

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA,
METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA**

UNIDAD DE POST-GRADO

**Contribución de las áreas verdes urbanas a la calidad
ambiental del distrito de Comas-Lima, al año 2011**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magíster en Ciencias Ambientales con
mención en Control de la contaminación y ordenamiento territorial

AUTOR

Nora Rosa Concepción Malca Casavilca

ASESOR:

Dr. Carlos Francisco Cabrera Carranza

Lima - Perú

2012

DEDICATORIA

A cada joven que llegando a su aula busca refugio en el conocimiento y apoyo en sus docentes para romper las limitaciones y alcanzar todos sus anhelos.

A mi familia, y mis amistades, sin su existencia nada de esto tendría sentido.

AGRADECIMIENTO

A cada uno y cada una de los docentes del programa de las maestría en ciencias ambientales de la Escuela de Post Grado de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica que enriquecieron significativamente mis conocimientos y elevaron mis aspiraciones.

Al Dr. Carlos Francisco Cabrera Carranza por su confianza en mí como estudiante e investigadora.

A la Dra. Margarita Ysabel Pajares Flores por su enorme paciencia e invalorable apoyo en el desarrollo de la investigación.

Al Magister César Córdova Castañeda por sus siempre acertados comentarios para el desarrollo del trabajo.

A la Magister Tania Briones Linares por su constante apoyo y empuje durante el desarrollo de la investigación.

A cada uno y cada una de mis estudiantes que son mi fuente de inspiración y un constante reto para mejorar como profesional.

A Dios por cada una de las bendiciones que me ha dado en el transcurso de mi vida.

ÍNDICE	página
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Situación Problemática	2
1.2. Formulación del Problema	13
1.3. Justificación Teórica	13
1.4. Objetivos	
1.4.1. Objetivo general	20
1.4.2. Objetivo específico	20
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	20
2.1. Antecedentes de la investigación	20
2.1.1 Wolverton. 2003. Ecological Engineering: Integrating Natural Processes with Conventional Technologies to Clean the Environment.	20
2.1.2 Valdivia Fernández, H y Núñez Ato, D. 2006. <i>Metodología para el acondicionamiento ambiental local y su aplicación en el distrito de Comas.</i>	23
2.1.3 Neckel, A.; Pandolfo, A.; Rojas, J.; Fanton, G.; Salles, M.; Pandolfo, L.; Kurek, J. 2009. <i>Recuperación Ambiental de un Área Verde Urbana.</i>	24
2.1.4 Alcalá, J.; Sosa, M.; Moreno, M.; Ortega, J.; Quintana, C.; Holguin, C. 2008. <i>Especies Arbóreas Evaluadas como Bioacumuladoras de Azufre en la Ciudad de Chihuahua, México.</i>	26
2.1.5 Escobedo, F. y A. Chacalo. 2008. <i>Estimación Preliminar de la Descontaminación Atmosférica por la Vegetación Urbana de la Ciudad de México.</i>	28
2.1.6 Nowak, D., Dwyer, J., y Childs, G. 1997. <i>Los Beneficios y Costos del Enverdecimiento</i>	

<i>Urbano. Áreas Verdes Urbanas en Latinoamérica y el Caribe.</i>	29
---	----

2.2. Bases teóricas	30
----------------------------	-----------

2.2.1. Definiendo la Contaminación	30
------------------------------------	----

2.2.1.1. Principales Fuentes de Contaminación Atmosférica	32
--	----

2.2.1.2. Clases de Contaminantes Atmosféricos	33
---	----

2.2.2. Gestión de la Calidad del Aire	34
---------------------------------------	----

2.2.3. Impacto de la Contaminación Atmosférica en la Salud.	36
--	----

2.2.3.1. Efectos de corto plazo	39
---------------------------------	----

2.2.3.2. Efectos a largo plazo	41
--------------------------------	----

2.2.4. Gestión de la Contaminación Atmosférica	43
--	----

2.2.5. Gestión de las Áreas Verdes Urbanas.	45
---	----

2.2.5.1. Las áreas verdes y su participación en la modificación microclimática.	48
--	----

2.2.5.2. Conservación de la energía y el bióxido de carbono	50
--	----

2.2.5.3. Árboles Urbanos y su Función en el Proceso de la Hidrología Urbana	52
--	----

2.2.5.4. Las áreas verdes y la reducción del ruido	53
--	----

2.2.5.5. Beneficios Ecológicos de las Áreas Verdes Urbanas	55
---	----

2.3. Marco Conceptual	57
------------------------------	-----------

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA	60
3.1. Tipo y Diseño de Investigación	60
3.2. Unidad de Análisis	61
3.3. Población de Estudio	61
3.4. Tamaño de la Muestra	61
3.5. Selección de la Muestra	63
3.6. Técnicas de Recolección de Datos	63
CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	64
4.1. Análisis, interpretación y discusión de resultados	64
4.2. Pruebas de hipótesis	78
4.3. Presentación de resultados	84
CAPÍTULO 5: IMPACTOS	94
5.1. Propuesta para la solución del problema	94
5.2. Costos de la implementación de la propuesta	102
5.3. Beneficios que aporta la propuesta	103
CONCLUSIONES	111
RECOMENDACIONES	112
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	114
ANEXOS	126
Anexo 1 Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.	127
Anexo 2 Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta Nacionales para Contaminantes del Aire	143
Anexo 3 Resolución de Secretaria de Descentralización Formalización de Inscripción de la Mancomunidad Municipal.	152
Anexo 4 Encuesta aplicada a la población	153
Anexo 5 Encuesta al encargado de Subgerencia Áreas Verdes	154

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1	Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre.	5
Cuadro 2	Fuentes antropogénicas de generación de contaminación en el distrito de Comas.	9
Cuadro 3	Principales contaminantes, sus efectos en la salud y las fuentes que los originan.	37
Cuadro 4	Total de áreas verdes urbanas en comas 2002.	64
Cuadro 5	Áreas de parques habilitadas y por habilitar por zonal.	65
Cuadro 6	Déficit de Equipamiento Recreativo Comas 2002.	66
Cuadro 7	Evolución del crecimiento poblacional del distrito de Comas.	69
Cuadro 8	Provincia de Lima: población censada urbana, según distrito, 1981, 1993 y 2007.	69
Cuadro 9	Provincia de lima: tasa de crecimiento promedio anual de la población censada, distrito Comas, 1981, 1993 y 2007 (por cien).	70
Cuadro 10	Provincia de Lima: superficie y densidad de la población censada, distrito Comas, 1981, 1993 y 2007.	71
Cuadro 11	Áreas verdes urbanas de parques habilitadas y por habilitar.	72

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Contaminación en Lima.	3
Figura 2	Límites del distrito de Comas	6
Figura 3	Lámina de contaminantes sólidos sedimentables en Comas.	8

Figura 4	Habilitación Urbana en Comas.	11
Figura 5	Beneficios indirectos que nos proporciona el arbolado y que actúan en el medio ambiente, como proteger el suelo de la radiación, precipitación y del viento.	12
Figura 6	En el medio urbano e industrial el arbolado tiene una importancia que va de lo estético a lo funcional (como barreras visuales y filtros biológicos).	15
Figura 7	La adecuada gestión de las áreas verdes permite una adecuada selección y distribución de especies que no afecten el orden urbano.	17
Figura 8	Afloramiento, lomas, valles, chacras en el distrito de Comas.	24
Figura 9	Urbanización La Alborada de Comas. Los árboles sembrados sin espacios adecuados entre ellos, sin considerar los otros servicios de luz, teléfono, como parches en la calle.	25
Figura 10	Libro “Cómo Generar Aire Fresco”	41
Figura 11	Enfermedades Relacionadas con la Contaminación Ambiental.	43
Figura 12	Curitiba, Brasil.	47
Figura 13	La presencia de árboles y arbustos en el Ecosistema Urbano determina una clara disminución del efecto Isla de Calor.	48
Figura 14	Con grosores de vegetación suficientes, las formaciones o barreras vegetales pueden tener un cierto efecto de amortiguación del ruido, actuando como pantallas acústicas.	55
Figura 15	La vegetación urbana y contribuyen al funcionamiento de los ecosistemas urbanos a largo plazo y al bienestar de los residentes urbanos.	56
Figura 16	Organigrama de la Subgerencia de Áreas Verdes y Control del Medio Ambiente. Municipalidad de Comas 2012.	77

RESUMEN

La investigación demostró que la gestión de las áreas verdes urbanas guarda relación con la calidad ambiental y el control de la contaminación, y evaluó la gestión municipal del distrito de Comas al 2011, desde la perspectiva de la población, para ello se aplicó una encuesta a 449 pobladores. Se demostró que más del 80% considera que la gestión de áreas verdes está relacionada con la calidad ambiental, más sólo el 40% consideró que éstas contribuyen a controlar la contaminación. Se concluyó que la población es consciente de la importancia de las áreas verdes en la dinámica urbana, más no de todos los beneficios que éstas brindan. Se recomienda aplicar un programa efectivo de plantones de árboles, arbustos, así como capacitar al personal responsable y educar a la población en este tema.

Palabras clave: gestión, áreas verdes, calidad ambiental, Comas.

ABSTRACT

This research showed that the management of urban green areas is related to environmental quality and pollution control, and also it assessed the management of the council of Comas in 2011, from dwellers perspective so it was applied a survey to 449 settlers. It showed that 80% believed that the management of green areas is related to environmental quality, but only 40% felt that they contribute to pollution control. It was concluded that the population is aware of the importance of green areas in urban dynamics, but not all the benefits they provide. We recommend to apply an effective program of tree seedlings, shrubs, and to train the council personal and educate the dwellers on this issue.

Key words: management, green areas, environmental quality, Comas.

CAPÍTULO 1:

INTRODUCCIÓN

Se sabe por los diversos trabajos de investigación realizados desde mediados del siglo XX de la contribución de las plantas a disminuir contaminantes de la atmósfera, los mismos que se ha comprobado afectan a la salud del ser humano, no obstante poco se ha hecho para darle su verdadero y fundamental protagonismo en la dinámica urbana.

Este trabajo pretende demostrar mediante el análisis de investigaciones ya realizadas en otros países que una adecuada gestión de las áreas verdes urbanas redundará en la mejora de la calidad ambiental de la población. Asimismo, se hace un análisis de la situación de la gestión de las áreas verdes en uno de los distritos más contaminados del departamento de Lima, Comas, a través de la percepción de la población. En absoluto se pretende desmerecer el trabajo a la fecha realizado por el ente gubernamental encargado, muy por el contrario se busca brindar alternativas naturales y la información en relación a ésta para integrarlas adecuadamente en sus programas de gestión municipal de áreas verdes basados en la información que le permita darles un uso adecuado de acuerdo a la contribución que éstas brindan a la comunidad.

También se consideró fundamental la participación de la población en el manejo de los espacios verdes, por ello se buscó respuestas a las interrogantes sobre la importancia, la cantidad, la ubicación, la distribución, el uso de las áreas verdes urbanas, así como sus experiencias individuales o como participantes de la junta vecinal en el manejo de éstas. También se buscó conocer el concepto sobre calidad ambiental que la población de este distrito tiene, así como sobre la función que las áreas verdes cumplen como controladoras de la contaminación.

La investigación realizada presenta también propuestas que se basan en experiencias similares realizadas en otros países, donde una adecuada implementación, manejo y gestión de estos espacios urbanos ha brindado mejoras a la comunidad en el manejo del suelo, del agua y del aire.

1.1. Situación Problemática

La contaminación ambiental es un problema que se ha venido agravando en las últimas décadas en Sudamérica y por ende en el Perú (ver Figura 1), sin embargo, en éste último es poco lo que se ha hecho para manejar sus efectos. Se emitieron dos normas legales con el objeto de controlar los niveles de los contaminantes por el deterioro que ocasionan a los ecosistemas. La primera de ellas se aprobó en el año 2001¹, en el cual se restringe a los contaminantes Dióxido de Azufre (SO₂), Dióxido de Nitrógeno (NO₂), Ozono (O₃), material particulado (PM₁₀ y PM_{2.5})². Esta norma tiene como objetivo controlar la contaminación crónica, es decir, por espacios de tiempo prolongados y sostenidos. Posteriormente, en el año 2003, se aprobó el Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta Nacionales para Contaminantes del Aire³, el cual tiene como

¹ Reglamento de estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, mediante el Decreto Supremo 074-2001-PCM (norma publicada el 24 de Junio del 2001). Ver anexo 1.

² Pequeñas partículas sólidas o líquidas de polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen, dispersas en la atmósfera, y cuyo diámetro es menor que 10 µm. Están formadas principalmente por compuestos inorgánicos como silicatos y aluminatos, metales pesados entre otros, y material orgánico asociado a partículas de carbono (hollín). PM 2.5 son partículas en suspensión con un diámetro aerodinámico de hasta 2.5 µm, denominadas partículas finas o fracción fina (que por definición incluye a las partículas ultrafinas).

³ Decreto Supremo Nº 009-2003-SA (norma publicada el 25 de Junio del 2003). Ver anexo 2.



Figura 1 Contaminación en Lima.

<http://sientemag.com/tag/contaminacion-ambiental>

objetivo controlar la contaminación aguda, es decir las originadas repentinamente, los cuales se caracterizan por requerir medidas inmediatas para reducir la concentración del contaminante en el aire y disminuir la exposición de la población a dichos contaminantes (Miranda, 2006).

El estudio de la contaminación ambiental es muy amplio, y obviamente está relacionado al desarrollo de las actividades humanas. Así, los seres humanos se han visto afectados con mortalidad prematura, deterioro de la condición física, daño en los pulmones, por ejemplo desarrollo de enfisemas, entre otros. (Belmar, R., 1993). Sin duda alguna la contaminación influye en el desarrollo integral de la población, es así que los daños a la salud también se pueden expresar en términos económicos, como los gastos médicos para los tratamientos asociados a las enfermedades generadas por la contaminación del aire, el costo de oportunidad del tiempo perdido por realizar estos tratamientos, la pérdida de salario como resultado de no poder trabajar en los días de enfermedad, los costos asociados para prevenir las enfermedades inducidas por la contaminación del aire, y la desutilidad asociada con los síntomas y las pérdidas de oportunidad de ocio causadas por la enfermedad. (Miranda, 2006).

La contaminación también produce deterioro en los materiales, así los materiales calizos pueden sufrir alteraciones al entrar en contacto con un medio agresivo, como puede ser el agua de lluvia alterada por efectos de la contaminación ambiental (Sanchez de Rojas, et al., 2002). En ambientes urbanos e industriales los contaminantes que más afectan a la piedra son: los gases el dióxido de azufre (SO_2), los compuestos de nitrógeno (NO_x , NH_4), los óxidos de carbono (CO , CO_2), los cloruros (HCl) y los compuestos orgánicos volátiles (COV); y las partículas variables en composición, tamaño y origen (Javier, et al., 2006). Sobre los seres vivos, la desaparición de las áreas verdes determina una disminución de la cantidad del oxígeno producido por la fotosíntesis, lo que afecta los ciclos biogeoquímicos. Los vegetales son organismos productores de materia orgánica y alimento en las comunidades biológicas; por lo mismo, la carencia de la flora incide en el desarrollo de la vida sobre el suelo, como

consecuencia de la reducción de la flora sobre el suelo se produce la desertificación que transforma un suelo fértil en un desierto. Este proceso se ve más favorecido aún si la zona en cuestión presenta un clima árido y escasas precipitaciones.

El distrito de Comas es considerado como el segundo distrito más poblado del país. Cuenta actualmente con 486977 habitantes (INEI, 2007), y es uno de los distritos más contaminados de la ciudad de Lima, tiene índices de contaminación atmosférica que exceden hasta en nueve veces los límites máximos permisibles establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (ver Cuadro 1).

Cuadro 1 Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre.		
MP _{2,5} :	10 µg/m ³ ,	media anual
	25 µg/m ³ ,	media de 24 horas
MP ₁₀ :	20 µg/m ³ ,	media anual
	50 µg/m ³ ,	media de 24 horas
O ₃ :	100 µg/m ³ ,	media de ocho horas
NO ₂ :	40 µg/m ³ ,	media anual
	200 µg/m ³ ,	media de una hora
SO ₂ :	20 µg/m ³ ,	media de 24 horas
	500 µg/m ³ ,	media de 10 minutos

Fuente. Organización Mundial de la Salud, 2006.

Razón por la que es necesario definir y establecer medidas y acciones de seguridad y control físico ambiental que refiera un acondicionamiento de las zonas con mayor índice de densificación urbana, la conservación de zonas ecológicas y un control de la ocupación del suelo.

El distrito de Comas se encuentra ubicado en el Cono Norte de Lima Metropolitana (UTM: N: 8678811.696 y E: 277093.536), en la región

natural de la costa, provincia y departamento de Lima. La superficie total del distrito es de 4928 ha (49.28 Km²) lo que representa el 5% del territorio del Cono Norte y el 1.7% de Lima Metropolitana. Limita por el Norte con los distritos de Puente Piedra y Carabayllo, por el Sur con los distritos de Independencia, Los Olivos y San Juan de Lurigancho, por el Este con el último distrito antes mencionado, por el Oeste con los Olivos y Puente Piedra (ver Figura 2).

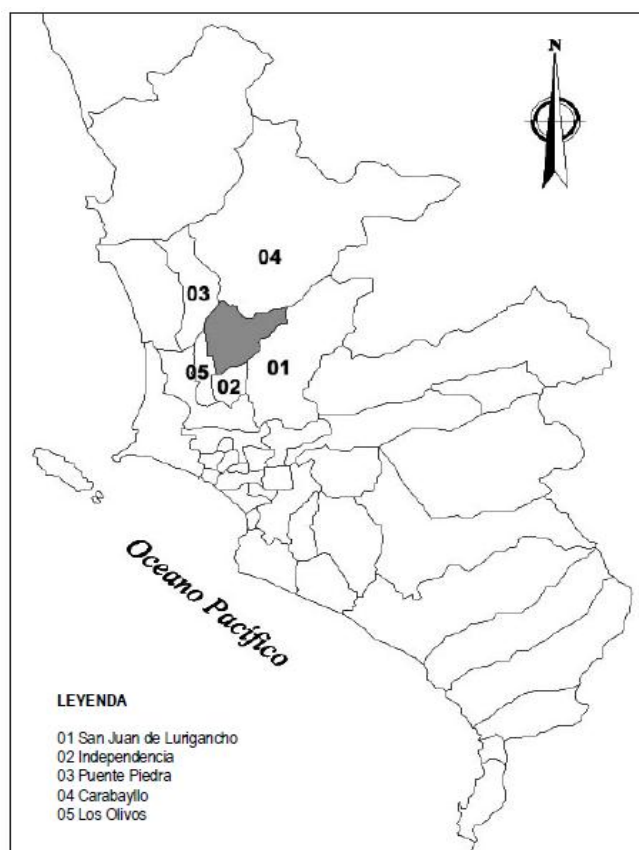


Figura 2. Límites del distrito de Comas. Valdivia, F. & Ato, D. (2006). Metodología para el acondicionamiento ambiental local y su aplicación en el distrito de Comas. Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG 9(17), 110.

El distrito de Comas presenta un relieve topográfico característico con numerosas quebradas, y de ellas, tres discurren en el sistema de la cuenca del río Chillón. Las más importantes reciben el nombre de Río Seco en Collique, quebrada «El Carmen» y quebrada «Pampa de Comas», las nacientes de estas quebradas coinciden con el límite distrital. Se diferencian dos zonas: 80.57% de la zona

ocupada está destinada al uso urbano, 10% al uso agrícola, el 4.55% al uso industrial, y el 4.18% a otros usos. Un 97.40% de la zona no ocupada comprende tierras eriazas y un 2.6% son suelos anegados. Comas es el distrito que concentra la mayor cantidad de sólidos sedimentables de Lima Metropolitana debido a su ubicación geográfica y las relaciones que establece la topografía de la región y el clima. (ver Figura 3, 2002).

Es decir los vientos que se desplazan de sur a norte, ingresan a las microcuencas y permanecen allí, por consiguiente no se realiza la dispersión de los gases contaminantes generados en la capital y éstas se acumulan en el distrito (Valdivia y Ato, 2006). Comas llega a registrar un volumen de $46.2 \text{ t/Km}^2/\text{mes}$, cifra equivalente a nueve veces el valor aceptable para actividades humanas que es de $5 \text{ t/Km}^2/\text{mes}$, según la OMS (PDUPC, 2003). Las principales fuentes contaminantes que se acumulan en el distrito de Comas son las emisiones gaseosas del parque automotor y de las actividades industriales. Sin embargo existen otras fuentes generadoras de contaminación en el distrito, las cuales se mencionan abajo en el Cuadro 2.

En el año 2001 Iglesias y Gonzáles publican, los resultados del monitoreo de la calidad del aire en ocho estaciones situadas en diferentes distritos de Lima y Callao en el año 2000, según esta investigación y de acuerdo a los estándares de calidad del aire en el Perú, establecidos por D.S. N.º 074-200, en junio del 2001, seis meses después del último monitoreo efectuado para este trabajo, dan un Estándar Nacional de Calidad del Aire para PM_{10} de 200 mg/m^3 , y un valor para áreas de tránsito de 200 mg/m^3 . Es así que concluyen que la estación que estaría sobrepasando los estándares para PM_{10} , es la ubicada en la Av. Túpac Amaru en el distrito de Comas, durante las estaciones de otoño e invierno, lo cual se explica no sólo por la cantidad de vehículos que circulan por esta importante

vía sino además por una *contaminación importada*, procedente del oeste (zonas industriales de Lima y Callao) que al encontrar una barrera física (cerros aledaños) permanece en el área de Comas.

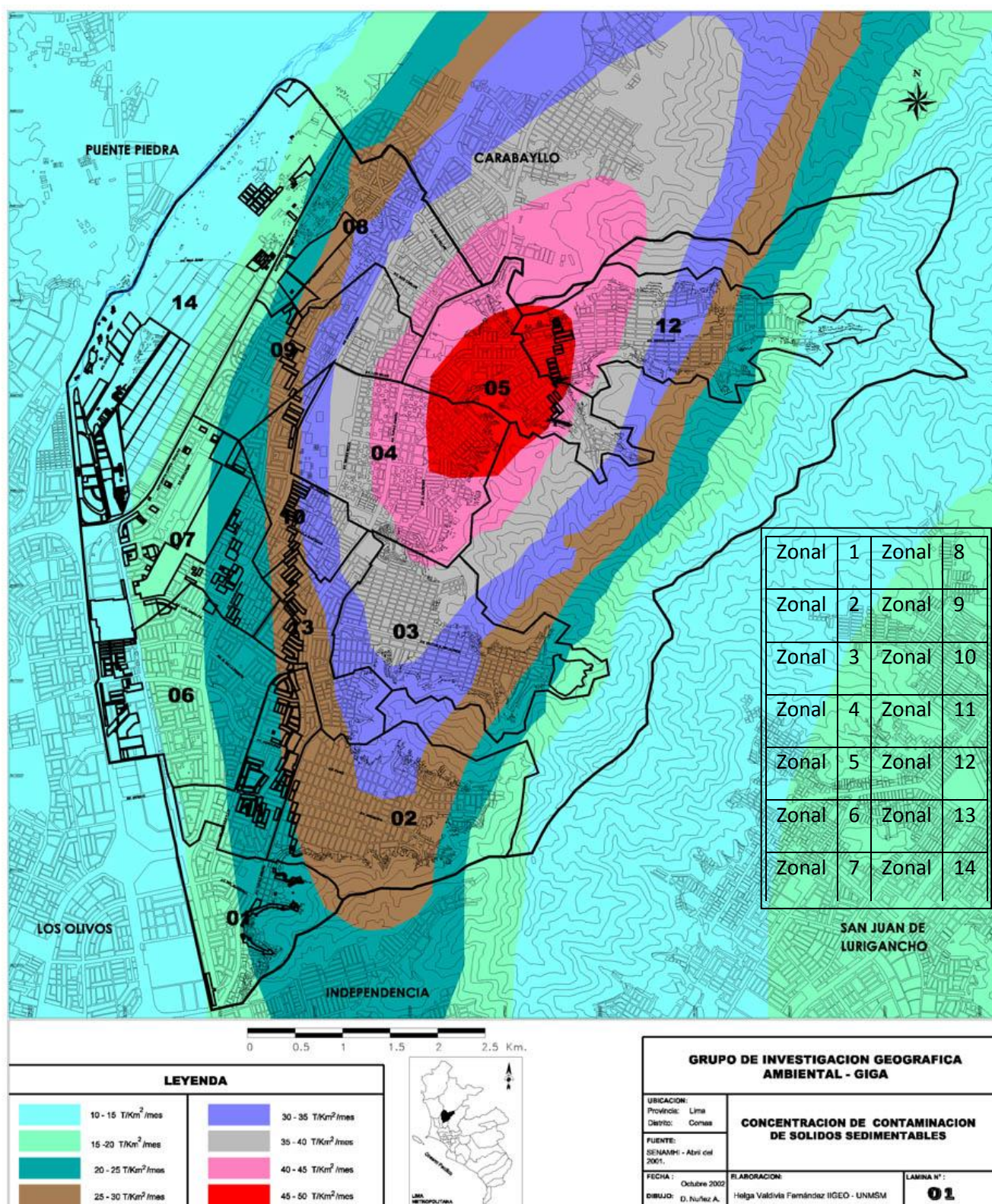


Figura 3 Lámina de contaminantes sólidos sedimentables en Comas.

Fuente: http://www.unmsm.edu.pe/iigeo/giga/articulos/aire_comas.htm.

(2002)

Dentro de los impactos negativos que causa la contaminación a la población de Comas, podemos mencionar que las concentraciones elevadas de monóxido de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO₂) originan dolores de cabeza, estrés, fatiga, problemas cardiovasculares, desmayos, etc. deterioro

Cuadro 2 Fuentes antropogénicas de generación de contaminación en el distrito de Comas.

- Emisiones por transporte y servicios complementarios a esta actividad.
- Acumulación, quema e incineración de residuos sólidos.
- Disposición de excretas al aire libre.
- Gran número de chancherías y de camales clandestinos.
- Desarrollo de actividades económicas dedicadas a la fabricación y comercialización de productos pirotécnicos.
- Emisiones de industrias y de empresas de metal mecánica.
- Asfaltado en mal estado de vías principales y alternas y de otras sin asfaltar.
- Desarrollo del comercio ambulatorio.
- Contaminación sónica (ruidos) que excede los límites máximos permisibles para áreas urbanas.
- Existen tres cementerios en el distrito los cuales carecen de distribución, orden y de equipamiento mínimo, esta situación ha generado hacinamiento y tugurización de los nichos.

Fuente. Plan de Desarrollo Urbano Participativo Comas al 2010. Boletín Informativo Junio 2003.

las concentraciones excesivas de NO_x⁴ y SO_x⁵ generan enfermedades bronquiales, irritación del tracto respiratorio, cáncer,

⁴ Gases que consisten de una molécula de nitrógeno y número variable de moléculas de oxígeno. Los óxidos de nitrógeno se producen en las emisiones de los tubos de escape y de centrales energéticas. En la atmósfera, éstos pueden contribuir a la formación del ozono fotoquímico (smog), puede deteriorar la visibilidad, y tener consecuencias en la salud; por lo tanto se les considera contaminantes. (Fuente:NASA's Earth Observatory library).

disminución de defensas anti-inflamatorias pulmonares; el mercurio y las dioxinas⁶ generan problemas de desarrollo mental de los fetos, enfermedades ocupacionales en ciertas industrias; el cadmio produce enfermedades en la sangre; el plomo produce deterioro del coeficiente de inteligencia en niños, efectos cardiovasculares (hipertensión); el sulfuro de hidrógeno (H_2S) produce irritación ocular, intoxicación, edema pulmonar; el metano produce enfermedad diarreica, vómitos, fiebre, enfermedades estomacales; el material particulado (PM_{10} , $PM_{2.5}$) producen infección de la membranas mucosas (O’Ryan y Larraguibel, 2000).

En Comas durante veinte años de habilitación urbana se ha modificado más de 800ha de suelo agrícola por la presión de las urbanizadoras y la necesidad de encontrar nuevas y más rentables fuentes de ingresos, dejándose de lado la habilitación de áreas verdes, y el mantenimiento y mejora de las existentes, desarrollando un déficit no menor al 50% del área normativa, que equivale a 76ha, por lo que es importante un ordenamiento y la mejor organización del crecimiento urbano (ver Figura 4). Además, la extensión de áreas verdes por habitante es de apenas $2m^2$, mientras que lo

⁵ Son gases incoloros que se forman cuando el combustible que contiene azufre, como carbon y aceite, se quema, y cuando la gasolina se extrae del aceite o de los metales, como el oro. El dióxido de azufre (SO_2) se disuelve en el vapor de agua para formar ácido, e interactúa con otros gases y partículas del aire para formar sulfatos y otros productos que pueden ser dañinos para la gente y su medio ambiente. (Source: NASA's Earth Observatory library).

⁶ Las dioxinas son contaminantes ambientales que tienen el dudoso honor de pertenecer a la «docena sucia»: un grupo de productos químicos peligrosos que forman parte de los llamados contaminantes orgánicos persistentes (COP). Las dioxinas son preocupantes por su elevado potencial tóxico. La experimentación ha demostrado que afectan a varios órganos y sistemas. Una vez que han penetrado en el organismo, persisten en él durante mucho tiempo gracias a su estabilidad química y a su fijación al tejido graso, donde quedan almacenadas. Se calcula que su semivida en el organismo oscila entre 7 y 11 años. En el medio ambiente, tienden a acumularse en la cadena alimentaria. Cuanto más arriba se encuentre un animal en dicha cadena, mayor será su concentración de dioxinas. (Fuente: OMS, Nota descriptiva N° 225. Mayo 2010).

recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) es de $9\text{m}^2/\text{habitante}$ (PDUPC, 2003).



Figura 4 **Habitación Urbana en Comas.** Fuente: <http://www.ultimasencuestas.com/comas-ultimas-encuestas-municipales-2010/>

Existe evidencia que la vegetación urbana contribuye a mitigar y depurar contaminantes que afectan la calidad ambiental. Las partículas en suspensión, originadas por las emisiones antropogénicas, se comportan como núcleos de condensación de la humedad atmosférica y generan una bruma cuya toxicidad está en función de los elementos que transporta. El árbol urbano contribuye a disminuir estos contaminantes por dos vías: retención de partículas por el follaje y absorción y transformación de contaminantes. ¿Cómo se produce la retención de partículas? La pantalla vegetal actúa como una especie de filtro quedando muchas partículas retenidas en el follaje. La retención de estas partículas se realiza por un efecto aerodinámico y por un efecto de captación. El efecto aerodinámico está ligado a la rugosidad del follaje que frena el aire y crea localmente turbulencias a nivel de la copa reteniendo partículas en suspensión. Por el efecto de captación se fijan las partículas a las hojas (sedimentación e impacto). La depuración fitobiológica del CO por ejemplo puede ser pasiva (captación y retención a nivel de

follaje) o activa (absorción y posterior acumulación o transporte intracelular) (ver Figura 5). Fundamentando lo anterior existe información de que en 55 ciudades de los Estados Unidos (EE UU) la cobertura de la vegetación ha logrado remover 70 900t de SO_2 (Nowak et al., 2006).

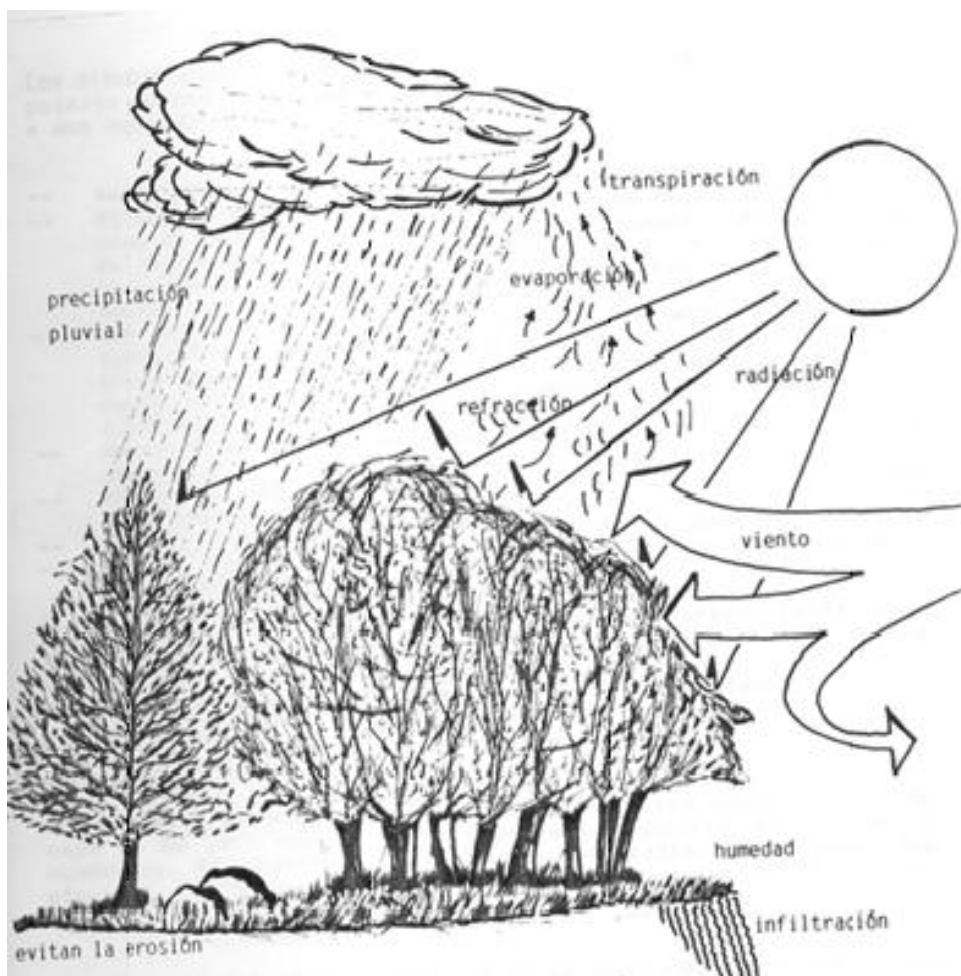


Figura 5 Beneficios indirectos que nos proporciona el arbolado y que actúan en el medio ambiente, como proteger el suelo de la radiación, precipitación y del viento (Covarrubias, 1991).

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿Guarda relación la gestión de las áreas verdes urbanas con la calidad ambiental del distrito de Comas?

1.2.2. Problema específico N°1

¿Contribuyen las áreas verdes urbanas con la calidad ambiental del distrito de Comas?

1.2.3. Problema específico N°2

¿Se realiza la gestión de las áreas verdes urbanas en relación con los beneficios que éstas producen?

1.3. Justificación teórica

Ante el rápido incremento tanto en número como en extensión de los centros urbanos es importante considerar las relaciones interespecíficas que se llevan a cabo al interior de estos ecosistemas urbanos. Uno de los elementos naturales básicos a considerar es la vegetación urbana, que es el tema central de esta investigación, ya que se ve afectada en su composición, cobertura y distribución por los procesos socioeconómicos, así como por el ambiente que la rodea y del que es parte, y a su vez esta vegetación afecta directa o indirectamente a la población y al medio ambiente urbano. Actualmente se reconoce la importancia de los beneficios ambientales que proporcionan los componentes de la vegetación urbana a la población y al medio ambiente, como:

- la captación de carbono (C) y la absorción de otros contaminantes, la liberación de oxígeno (O), la regulación del microclima y la reducción del efecto de las islas de calor, así como amortiguan el estresante ruido de la ciudad (López, 2008).

- disminuye las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COVs)⁷ y a la vez aumenta el valor patrimonial, mejora la calidad del aire, provee sombra, y modera la temperatura afectando el uso de la energía (Escobedo et al., 2006).
- muchas especies aportan a nivel radicular el valioso nitrógeno, elemento indispensable para el mantenimiento de los ciclos naturales y la fertilidad del suelo y sirven de fuente de vida para un sinnúmero de especies de aves, insectos, que forman parte del ciclo de vida urbano (García & Paz, Ed., 2008).
- en investigaciones realizadas por Ulrich (1986) se demostró que la respuesta de los seres humanos por efectos de la vegetación urbana puede estar directamente relacionada con la recuperación de la salud en pacientes hospitalizados, así como con mejoras económicamente significativas en el sistema de cuidado de salud.
- estudios realizados en Santiago de Chile y en EEUU han determinado que la vegetación arbórea en zonas urbanas puede reducir contaminantes atmosféricos tales como O₃, PM, SO_x, CO y NO_x (De la Maza et al., 2005; Escobedo, 2004; Nowak et al., 2006).
- además, la vegetación urbana reduce el escurrimiento, minimizando así la erosión del suelo y la producción de polvo (Dwyer & Miller, 1999).

⁷ Los compuestos orgánicos volátiles (COVs) forman la mayor parte de las emisiones de los procesos industriales. Se encuentran presentes en bajas concentraciones en las corrientes de salida de gases y son considerados contaminantes atmosféricos debido a su toxicidad o a los malos olores que producen y contribuyen a la formación de smog. La mayor fuente de emisión de VOCs son los autos, camiones y las plantas industriales como la industria química orgánica, polímeros, fibras y unidades más pequeñas tales como las de pinturas, impresiones, etc. Generalmente se encuentran dos grupos de VOCs los hidrocarburos, incluyendo los compuestos oxigenados como ser alcoholes y los hidrocarburos halogenados de C1 y C2. Fuente: Garetto y Apesteguía.

- la investigación realizada por Escobedo et al. (2008) determino la viabilidad económica del uso del manejo de la vegetación urbana para el mejoramiento de la calidad del aire en Santiago de Chile.

Estos beneficios están ligados a la calidad ambiental y la calidad de vida de los habitantes urbanos (Li et al., 2005; Garzón et al., 2004; Van Herzele y Wiedemann, 2003; Romero et al., 2001); varios autores sugieren incluso que en las zonas más pobres de las ciudades es en donde la cobertura de áreas arboladas es menor (Garzón et al., 2004; Aldama et al., 2002; López-Moreno y Díaz-Betancourt, 1991) (ver Figura 6).



Figura 6 En el medio urbano e industrial el arbolado tiene una importancia que va de lo estético a lo funcional (como barreras visuales y filtros biológicos) (Covarrubias, 1991).

El reto es concebir espacios verdes urbanos armónicos en los cuales se incluya la arquitectura, pavimento, vegetación, y gestionarlos para que tengan futuro y relacionarlos con la historia, el contexto y la

estrategia urbana del distrito de Comas, y esto no puede improvisarse, se necesita análisis urbanísticos, se debe utilizar el planeamiento como instrumento multidisciplinar para afrontar la proyección del distrito a largo plazo. Una gestión a largo plazo de un proyecto de ciudad verde construida a partir de cinco aspectos indisociables como son el paisaje urbano, la economía, la técnica, la reglamentación y la comunicación (López, 2008). En este sentido ya se puede advertir que existen municipios que han establecido alianzas como MANCOMUNIDAD LIMA NORTE⁸ (Ver anexo 3).

De manera general, se invierte una importante cantidad de recursos en obras y en construcción, estas actividades son las que más daño causan a la vegetación urbana, pero se destina un mínimo porcentaje para desarrollar la infraestructura que permita la existencia adecuada de la misma, o bien que mejore la calidad de las ya existentes. Tampoco se ha buscado desarrollar una cultura de los ciudadanos o del gobierno sobre la importancia que tienen las áreas verdes urbanas para el ecosistema urbano, dando como resultado que la mayor parte de éstas se encuentran en estado regular o malo, ya que no se practican los cuidados ni las técnicas adecuadas de mantenimiento, es decir gestión de las áreas verdes urbanas. La ausencia de un plan de manejo es evidente: no hay inventarios especializados, y no se diseñan ni se planifican las plantaciones. Por ejemplo, frecuentemente se plantan árboles sin las características adecuadas de altura, diámetro del tronco y tamaño de

⁸ Es la unión de seis Municipalidades distritales, que busca fomentar el progreso de sus comunidades de manera conjunta elaborando y desarrollando proyectos que por su monto de inversión y magnitud de operación superen el ámbito jurisdiccional y las posibilidades particulares de cada Gobierno Local. La Mancomunidad de Lima Norte ejecuta acciones, convenios y proyectos conjuntos promoviendo el desarrollo local, elaborando, gestionando, e implementando proyectos ante entidades nacionales e internacionales, para buscar financiamiento y viabilidad de ejecución. Los entes asociados procuran mejores niveles de eficacia y eficiencia en la gestión de los gobiernos locales, propiciando la participación ciudadana, la modernización de la gestión municipal y los procesos de integración. Desarrollan e implementan planes y experiencias conjuntas de desarrollo de capacidades, asistencia técnica e investigación tecnológica en convenio con entidades educativas públicas y privadas. Asimismo, La mancomunidad de Lima Norte es un espacio socioeconómico y sociocultural con una población estimada de casi 3 millones de habitantes en un espacio geográfico de 900 km² aproximadamente. Somos el 30% de la población de Lima Metropolitana y el 8% de la población del Perú. LA CONFORMAN: Municipalidad distrital de Ancón, de Carabaylo, de Comas, de Independencia, de Puente Piedra, de Santa Rosa. (Fuente: Portal Municipalidad Distrital de Comas).

la raíz; se colocan en espacios reducidos que se vuelven insuficientes para permitir que el árbol continúe su crecimiento tanto en su parte aérea, como en el sistema de raíces por debajo del suelo. En general a estos árboles no se les da seguimiento ni cuidados posteriores, por lo que existe una alta mortandad y muy pocos llegan al estado adulto (Vázquez y Romero, 2007) o se les corta con fines de ordenamiento de la bermas centrales en avenidas donde el tráfico es intenso, sin considerar la función que cumplen en la absorción de contaminantes generados por la quema de los combustibles (ver Figura 7).

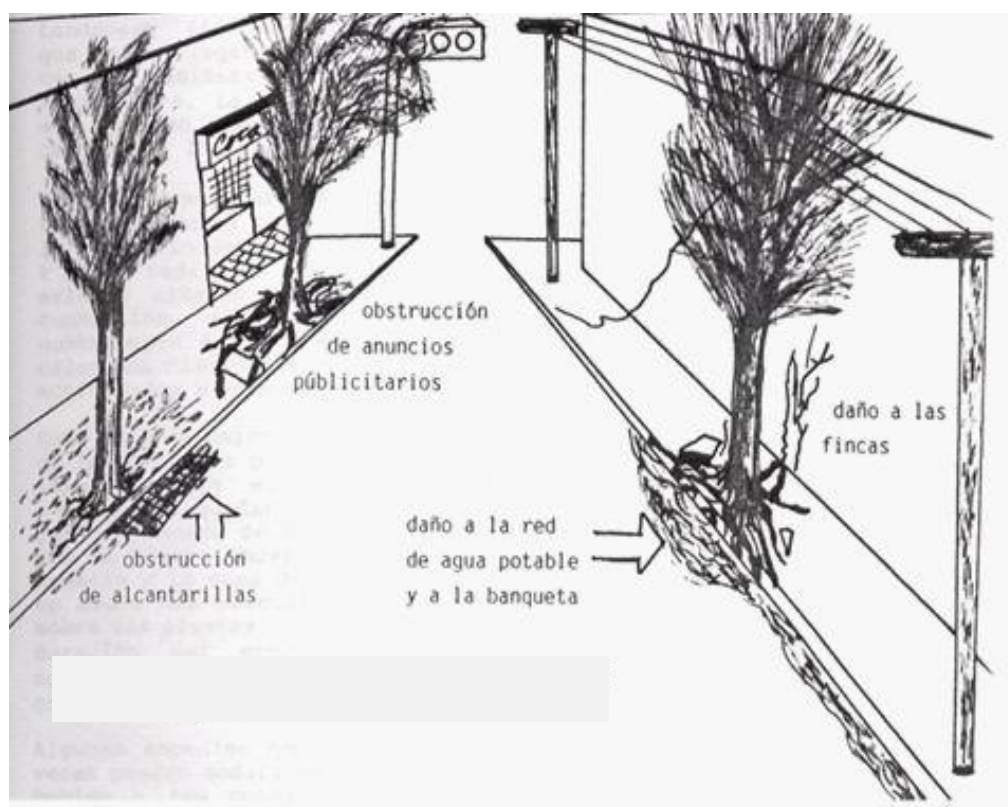


Figura 7 La adecuada gestión de las áreas verdes permite una adecuada selección y distribución de especies que no afecten el orden urbano. (Covarrubias, 1991).

La gestión de las áreas verdes en el diseño de las urbanizaciones y de las vías públicas no debe ser contemplado únicamente como un elemento complementario o adicional como ahora se hace, ya que independientemente de sus funciones climatológicas y medio

ambientales nos pueden reforzar aspectos funcionales e infraestructurales, subrayando curvas, apoyando cambios de alineaciones, desvíos o bifurcaciones de las vías, aviso de intersecciones o el uso volumétrico de las masas como refuerzo y contraste del volumen de las edificaciones. Nos ayudan a señalar puntos singulares o a ocultar aspectos estéticos negativos, producen contrastes de formas, texturas, volúmenes y colores con otros elementos de diseño, dan sombra, protección de vientos dominantes, barreras contra el ruido y la contaminación, con una importante introducción de la naturaleza de variación estacional dentro de un marco fundamental inerte y duro, la ciudad de cemento. En la actualidad las áreas verdes urbanas son elementos necesarios para el mejoramiento y/o conservación de la calidad ambiental de la comunidad. A pesar de esto, en el sistema de valores vigente respecto a áreas verdes y su significancia para la sociedad no existe reconocimiento respecto a su papel en la dinámica urbana⁹. Esto se manifiesta históricamente en la valoración que se realiza de las actividades económicas rentables que determinan la distinción de una ciudad respecto a otra por su función: industria, comercio, servicios, etc., y que inciden reiteradamente en la reducción y/o eliminación de las áreas verdes de una manera alarmante (López, 2008).

Existe pues una deficiencia del conocimiento objetivo en cuanto al enfoque de la función que cumple las áreas verdes urbanas en la sociedad actual. De ahí la necesidad de realizar un estudio que desde una perspectiva diferente, es decir desde una comprensión ambiental urbana, contextualice las áreas verdes urbanas en la

⁹ La dinámica urbana, es una teoría de las fuerzas que moldean los asentamientos humanos, los cuales a su vez le dan forma a la historia de la humanidad. La dinámica urbana nos demuestra lo disparatado del pensamiento humano, tanto para nuestras ciudades como para nuestro mundo. La dinámica urbana representa un triunfo de la razón humana, extendiendo nuestra capacidad par ver y moldear nuestro futuro. La dinámica urbana tiene mucho que contribuir tanto al bienestar de los residentes urbanos como al de nuestro planeta.

dinámica interna del distrito, en forma tal que los criterios que aquí deriven, se puedan tomar en consideración para futuros procesos de planificación urbana del distrito de Comas.

Como se menciona líneas arriba existe la necesidad en el ambiente urbano creciente de nuestra capital, Lima, caracterizado por la emisión de elevados niveles de PM emitido y transformado dentro de la ciudad misma y transportado hacia y desde otras regiones, incrementar la presencia de áreas verdes urbanas ya que la investigaciones realizadas en esta área (Nowak, et al., 1997; de la Maza, et al., 2005; Escobedo, et al., 2008; Nowak, et.al., 2006; McPherson, 1999) demuestran que hay relación entre la presencia de áreas verdes urbanas con la remoción de contaminantes, teniendo en cuenta que año tras año habrá una variabilidad climática (Sharma, 2007) se requiere que la gestión de las áreas verdes urbanas sea sostenible para evitar que estos cambios influyan de manera negativa en la eficacia de remoción natural de contaminantes por parte de la vegetación.

Mientras todo esto sucede, las investigaciones demuestran que el daño por PM en la población de seres humanos va en aumento. (Kunzli et al., 2001, Pope et al., 2002). De esta forma, la gestión de las áreas verdes urbanas se considera de manera general una alternativa para mitigar la pobre calidad ambiental que el distrito de Comas afronta como consecuencia del crecimiento urbano y la concentración de contaminantes.

1.4. Justificación Practica

Como se indica líneas arriba es indiscutible la importancia de la vegetación urbana para la población y el medio ambiente, en:

- la captación de carbono (C) y la absorción de otros contaminantes, la liberación de oxígeno (O), la regulación del microclima y la reducción del efecto de las islas de calor, así como amortiguan el estresante ruido de la ciudad (López, 2008).
- estudios realizados en Santiago de Chile y en EEUU han determinado que la vegetación arbórea en zonas urbanas puede reducir contaminantes atmosféricos tales como O₃, PM, SO_x, CO y NO_x (De la Maza et al., 2005; Escobedo, 2004; Nowak et al., 2006).
- la disminución de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COVs).
- mejora la calidad del aire, provee sombra, y modera la temperatura afectando el uso de la energía (Escobedo et al., 2006).
- muchas especies aportan a nivel radicular el valioso nitrógeno, elemento indispensable para el mantenimiento de los ciclos naturales y la fertilidad del suelo.
- refugio para un sinnúmero de especies de aves, insectos, que forman parte del ciclo de vida urbano (García & Paz, Ed., 2008).
- en investigaciones realizadas por Ulrich (1986) se demostró que la respuesta de los seres humanos por efectos de la vegetación urbana puede estar relacionada con la recuperación de la salud en pacientes hospitalizados.
- además, la vegetación urbana reduce el escurrimiento, minimizando así la erosión del suelo y la producción de polvo (Dwyer & Miller, 1999).

Con esta investigación se busca brindar la información a la población sobre la importancia de gestionar espacios verdes urbanos y relacionarlos con la historia, el contexto y la estrategia urbana del distrito de Comas, y esto no puede improvisarse, se necesita análisis urbanísticos, se debe utilizar el planeamiento como instrumento multidisciplinar para afrontar la proyección del distrito a largo plazo. Una gestión a largo plazo de un proyecto de ciudad verde construida a partir de cinco aspectos indisociables como son el paisaje urbano, la economía, la técnica, la reglamentación y la comunicación (López, 2008).

Se busca desarrollar, asimismo, una cultura de los ciudadanos sobre la importancia que tienen las áreas verdes urbanas para el ecosistema urbano, y revertir la realidad de encontrar áreas verdes en estado regular o malo, ya que no se practican los cuidados ni las técnicas adecuadas de mantenimiento. Se busca enriquecer el plan de manejo existente, colaborar con el diseño de inventarios especializados de las plantas, y con el diseño y la planificación de las plantaciones. Hemos sido testigos que frecuentemente se plantan árboles sin las características adecuadas de altura, diámetro del tronco y tamaño de la raíz; se colocan en espacios reducidos que se vuelven insuficientes para permitir que el árbol continúe su crecimiento tanto en su parte aérea, como en el sistema de raíces por debajo del suelo. En general a estos árboles no se les da seguimiento ni cuidados posteriores, por lo que existe una alta mortandad y muy pocos llegan al estado adulto (Vázquez y Romero, 2007) o se les corta con fines de ordenamiento de la bermas centrales en avenidas donde el tráfico es intenso, sin considerar la función que cumplen en la absorción de contaminantes generados por la quema de los combustibles (ver Figura 7).

De esta forma, el desarrollo de la gestión de las áreas verdes urbanas se considera una alternativa para mitigar la pobre calidad

ambiental que el distrito de Comas afronta como consecuencia del crecimiento urbano y la concentración de contaminantes.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general:

Demostrar que la gestión de las áreas verdes urbanas guarda relación con la calidad ambiental del distrito de Comas.

1.5.2. Objetivo específico N°1:

Evaluar la problemática actual de la gestión de áreas verdes urbanas del distrito de Comas desde la perspectiva de la población.

1.5.3. Objetivo específico N°2:

Conocer si la gestión de las áreas verdes guarda relación con las funciones que ellas tienen sobre la calidad ambiental.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del Problema

2.1.1. En el Ámbito Internacional:

2.1.1.1. Wolverton. 2003. Ecological Engineering: Integrating

Natural Processes with Conventional Technologies to Clean the Environment.

El inicio de los años 70 fue un período de algarabía debido al logro tecnológico del ser humano – el exitoso aterrizaje en la luna. Después de esta memorable ocasión, la National Aeronautics and Space Administration (NASA) empezó a investigar para crear un sistema de soporte vital ecológico cerrado para la supervivencia en el espacio por largos periodos. Como con frecuencia ha sucedido con la investigación espacial, muchos de sus descubrimientos habían tenido una aplicación práctica aquí en la Tierra. Sin embargo, pocos podrían haber previsto una organización de tecnología tan avanzada como la de la NASA al promover los procesos naturales para solucionar algunos de los problemas medioambientales más preocupantes para la Tierra. Los estudios del Centro Espacial John C. Stennis en la NASA se centraron en la relación simbiótica¹⁰ de microorganismo/vegetal/animal del mundo.

Sus descubrimientos ayudaron a entender mejor las reacciones sinérgicas que se llevan a cabo entre los vegetales y los microorganismos asociados a sus raíces, las cuales crean una de las herramientas naturales más poderosas para limpiar el medio ambiente. Durante los últimos 30 años, la tecnología ha avanzado del laboratorio y estudios pilotos a escala a la aceptación general dentro de la comunidad de la ingeniería de la integración de los procesos biológicos y los métodos convencionales de tratamiento de aguas residuales. Después de haber pasado por una evolución de descripciones tecnológicas (pantanos artificiales, humedales contruidos, etc.), el término

¹⁰ Es una forma de interacción biológica que hace referencia a la relación estrecha y persistente entre organismos de distintas especies donde al menos uno de ellos se beneficia del otro.

más generalmente aceptado en la actualidad es la fitorremediación¹¹. Los sistemas operacionales se encuentran por todo el mundo, incluso en los sistemas de tratamiento de aguas residuales residenciales, los sistemas municipales, los sistemas industrial/químico y las operaciones de acuicultura/agricultura. A inicios de los años 80 y nuevamente en el Centro Espacial Stennis, NASA se iniciaron estudios utilizando procesos biológicos para mejorar la calidad del aire de interiores en estructuras herméticamente selladas. La investigación reveló que los vegetales de interior y sus microorganismos en la rizosfera¹² podían destruir biológicamente los químicos tóxicos presentes en el aire del ambiente. Nuevamente, la integración de los procesos naturales y el ingenio mecánico ha mejorado la capacidad de remoción. En la actualidad, existe la tecnología que aumenta la capacidad de un vegetal de eliminar toxinas en el aire en 200 veces. Además, estos sistemas se autoregeneran para eliminar la costosa sustitución del filtro que afecta a los sistemas convencionales de filtrado. El lento desarrollo de la tecnología ha obstaculizado su aceptación. Sin embargo, con los continuos problemas de la calidad de aire de interiores, los galopantes costos de la energía, y la nueva amenaza del bioterrorismo, los sistemas de filtro a base de vegetales de elevada eficiencia están listos para cumplir una función más integral en el medio ambiente de interiores. Como ahora sabemos, la eficiencia entrelazada de los métodos de tratamiento biológico/mecánico han mejorado enormemente nuestra habilidad para producir los bienes que conducen a nuestra moderna sociedad, y aun mantener nuestra tierra,

¹¹ Es el uso de plantas para extraer contaminantes de un área determinada.

¹² Gran parte de la actividad microbiana del suelo tiene lugar en las raíces de las plantas. Durante el curso normal del crecimiento y desarrollo, éstas liberan (exudan) una variedad de compuestos orgánicos inmediatamente y alrededor de las raíces. Esta zona, donde se produce la exudación de las raíces y que está influenciada por la actividad microbiana, es comúnmente llamada rizósfera.

nuestro aire, y nuestra agua para las futuras generaciones. El surgimiento de la ingeniería ecológica está dando lugar a una aceptación y un adelanto de que básicamente es tan vieja como la Tierra misma y ha ocasionado que la comunidad de la ingeniería coloque en un lugar prioritario la protección y la preservación de nuestros recursos naturales.

2.1.1.2. Valdivia Fernández, H y Núñez Ato, D. 2006.
Metodología para el acondicionamiento ambiental local y su aplicación en el distrito de Comas.

La manera de conducir los procesos de planificación y gestión ambiental del territorio al nivel local en la actualidad - a pesar de contar con un marco legal que las alienta- , presenta algunas limitaciones para su adecuada aplicación, debido principalmente a la ausencia de instrumentos técnico normativos mecanismos participativos que las consoliden, perdiendo efectividad e incidencia al ser implementados. Es así que comprendiendo la necesidad de desarrollar formas o maneras de hacer viable la planificación y gestión local partiendo de la concepción del desarrollo con un enfoque de territorio y ambiente es que se elabora una propuesta de metodología sobre la base del análisis territorial y sus dinámicas antrópicas, al cual denominamos “metodología para el acondicionamiento ambiental local.”

El análisis de riesgos ambientales facilita la comprensión del territorio, permitiendo complementar los instrumentos de gestión municipal existentes como plan de desarrollo concertado, plan urbano, esquemas de zonificación, plan de atención y prevención de desastres. Se han identificado cinco conflictos de uso que responden a la interacción de los usos actual y uso potencial. Estos conflictos de usos presentan amenazas ambientales de tipo moderada, alta y muy alta. Se han

identificado siete elementos ambientales significativos, los cuales son: el río Chillón, afloramientos de agua, terrenos agrícolas de Chacracerro, lomas de Collique, cadena montañosa costera, Parque Sinchi Roca, Aeroclub de Collique (ver Figura 8). Se han definido cuatro zonas homogéneas que describen la configuración física, económica y social del distrito: Zona agrícola, zona urbana, zona industrial, zona especial, zona de entorno natural. Existen en el distrito de Comas tres niveles de riesgo ambiental: Muy alto, moderado y bajo, que inciden en los conflictos de uso. Se han definido 34 amenazas antrópicas identificadas en el distrito de Comas.



Figura 8 Afloramiento, lomas, valles, chacras en el distrito de Comas.
Valdivia y Ato, 2006.

2.1.1.3. Neckel, A.; Pandolfo, A.; Rojas, J.; Fanton, G.; Salles, M.; Pandolfo, L.; Kurek, J. 2009. *Recuperación Ambiental de un Área Verde Urbana*.

Las áreas verdes históricamente vienen siendo manejadas de forma inadecuada a sus propósitos, sean ellos de carácter urbano o ambiental, comprometiendo el medio biótico. Estas áreas normalmente son regidas por planes de desarrollo propuestos por las municipalidades (ver Figura 9).



Figura 9 Urbanización La Alborada de Comas. Los árboles sembrados sin espacios adecuados entre ellos, sin considerar los otros servicios de luz, teléfono, como parches en la calle.

Entretanto, propuestas también son llevadas por la comunidad a los órganos competentes. Se buscó así, adecuar el área verde del Lote Ciudad Universitaria–LCU, en la ciudad de Passo Fundo, Brasil, a su propósito natural: área de preservación con fines de parque. De este modo, el presente trabajo fue desarrollado como subsidio para la realización de mejoras del área verde del LCU, adentro de lo que rigen las leyes de preservación ambiental y conforme la necesidad de la

comunidad. Con esas acciones, el área verde pasó a tener una función social para la comunidad, la cual, de ahora en adelante, actúa activamente en la preservación del local.

Se observó que los habitantes del lote sienten la necesidad de cuidar del área verde y de todo el espacio público o particular, pues, todos los entrevistados se comprometieron a ayudar en lo que fuere necesario para que el lugar en donde viven quede más bonito y ambientalmente más adecuado. Se percibió que la comunidad se organizó y ejerció su ciudadanía en el proceso de reivindicación y de ejecución del proyecto. La vegetación del área fue revitalizada, con la introducción de especies nativas; las nacientes fueron protegidas, con la implementación de la vegetación adentro de lo preconizado por la legislación ambiental, parte del área fue adecuada al ocio de la comunidad; y aun, la comunidad reconoció la necesidad de las mejoras presentadas en el transcurso del desarrollo del proyecto. Los habitantes pertenecen a la clase social media, en donde existe una preocupación con el acceso a una infra-estructura básica en un espacio urbano, pero, como el lote se ubica en un lugar más alejado del centro de la ciudad, se percibe que el Poder Público no siempre cumple con su papel, que es el de primar por el bienestar de todos los habitantes, ya que existen reclamos en cuanto a la falta de desmaleza en las calles y problemas con las cloacas. Fue posible constatar el avance de los objetivos propuestos, siendo importante mencionar que durante su realización se pudo hacer además del diagnóstico del área, el acompañamiento de la implementación de mejoras anheladas por la comunidad y con la participación efectiva de la misma. En ese contexto, la acción geográfica fue de extrema importancia en las diferentes etapas de uso del territorio en ambientes urbanos.

- 2.1.1.4. Alcalá, J.; Sosa, M.; Moreno, M.; Ortega, J.; Quintana, C.; Holguin, C. 2008. *Especies Arbóreas Evaluadas como Bioacumuladoras de Azufre en la Ciudad de Chihuahua, México.*

La sustentabilidad de las ciudades debe basarse en gran medida por el capital ecológico que representa la vegetación, ya que constituye una alternativa para el estudio de la contaminación ambiental. Con el objetivo de determinar la capacidad de acumulación de azufre en cinco especies arbóreas fueron tomadas muestras de material foliar de 225 árboles ubicados en la ciudad de Chihuahua conforme a los usos de suelo comercial y servicio, industria mixta, industria pesada, residencial clase media-alta y residencial popular. A nivel de especie los niveles encontrados de azufre rebasaron los límites óptimos para su desarrollo. Con un análisis General Lineal se probaron las interacciones entre especie, sitio y temporada en el contenido de azufre en los árboles, determinando que la interacción significativa fue entre los factores temporada y sitio ($P < 0.0235$). Con estos resultados se aportan elementos para la política ambiental urbana y la necesidad de contar con especies que determinen la calidad ambiental.

Se identificó que la concentración de azufre en las cinco especies rebaso durante las tres temporadas evaluadas el rango de 0.20 a 0.30% considerado como límite óptimo para el crecimiento o funcionalidad de los árboles lo cual puede estar asociado al impacto que origina la dinámica urbana. Con relación a la interacción de los factores en la acumulación de azufre el factor especie no fue significativo, solo la relación entre la temporada y el sitio influyó en la acumulación de azufre. En este sentido se presentaron cantidades variantes sobre todo en las zonas de comercio y servicios, industria pesada y la clase

residencial popular, observándose que los valores obtenidos son mayores al 0.51%, por lo cual el azufre se está absorbido en cantidades que pueden tener efectos tóxicos en los árboles. Por tal motivo, se hace necesario el seguimiento para monitorear las concentraciones de azufre incluyendo nuevas especies, así el estudio de los efectos posibles ocasionados en el desarrollo de la vegetación, derivado de las altas concentraciones. Esto aportaría mayores elementos para diagnosticar que el sistema urbano requiere mayor aprovechamiento del capital ecológico en la mitigación de la problemática ambiental.

2.1.1.5. Escobedo, F. y A. Chacalo. 2008. *Estimación Preliminar de la Descontaminación Atmosférica por la Vegetación Urbana de la Ciudad de México.*

La contaminación atmosférica en la Ciudad de México es muy elevada a lo largo de todo el año. Dado que los árboles tienen una importante participación en la descontaminación del aire, en este trabajo se integró información básica sobre la cobertura arbórea y las especies que la componen, datos meteorológicos y de contaminantes. Estos registros fueron utilizados en un modelo matemático de transpiración y deposición seca, para estimar en forma preliminar la cantidad de descontaminación por el arbolado. Se estudió un área de 1480km² en el Valle de México, estimando que los bosques urbanos cubren el 26% del área de estudio. El modelo Urban Forest Effects Model o Modelo de Efectos del Bosque Urbano (UFORE) se aplicó durante un año, por medio de uno de sus componentes, se obtuvo la cantidad de remoción de ozono (O₃) y partículas <10µm (PM₁₀) que remueven los árboles, y se registró la variación estacional. Se obtuvo la descontaminación total en g•m-2 y en total de toneladas. Se encontró que reduciendo tan solo en 1% la

cantidad de O_3 y de PM_{10} en la Ciudad de México, se podrían ahorrar hasta 10 millones de dólares americanos (USD) al año.

Un censo del arbolado provee la información necesaria para entender las influencias de la vegetación urbana al ambiente y a sus habitantes (Aldama et al., 2002; De la Maza et al., 2005; Escobedo et al., 2006). Además, si se determina y analiza la estructura actual del arbolado urbano se podrá entender cuáles son los requerimientos de mantenimiento, las técnicas silvícolas, el uso de suelos y para el ordenamiento territorial (De la Maza et al., 2005; Escobedo et al., (2006)). Por ejemplo, en Santiago de Chile y en Modesto, California, EEUU, se concluyó que el manejo del arbolado urbano es una política ambiental costo-efectiva para el mejoramiento ambiental (McPherson et al., (1999), Escobedo et al., (2008)). Las acciones gubernamentales debieran enfocarse a la calidad tanto de los árboles como de su plantación para asegurar su supervivencia y no tan solo a continuar plantando individuos como ha ocurrido hasta ahora. Esto incluye un conjunto de actividades que van desde la planeación de las plantaciones hasta el establecimiento de los árboles, lo que se logra con un programa de manejo y cuidados posteriores adecuado. A esos efectos, es importante el empleo de especies arbóreas apropiadas al sitio de plantación, con bajo requerimiento de riego, de mantenimiento y baja alergenicidad se deben considerar. Es necesario formar investigadores y aumentar el número de arboristas que atiendan de manera profesional al arbolado y, sobre todo, capacitar a las cuadrillas para realizar la poda, que es el tratamiento más requerido y el que más puede dañar al arbolado si no se efectúa de manera apropiada y con los principios elementales. Mantener un arbolado saludable que logre llegar a la etapa adulta debe ser el principio rector de los planes de manejo. Este bosque urbano

adulto brindará más beneficios para mejorar la calidad del aire de las ciudades.

2.1.1.6. Nowak, D., Dwyer, J., y Childs, G. 1997. *Los Beneficios y Costos del Enverdeamiento Urbano. Áreas Verdes Urbanas en Latinoamérica y el Caribe.*

Los árboles urbanos pueden proporcionar muchos beneficios a la sociedad y al medio urbano. Estos incluyen numerosos beneficios físicos - biológicos y sociales - económicos, como son mejor microclima y calidad del aire, acrecentamiento de la salud física y mental y mayor desarrollo económico. Al mismo tiempo que estos beneficios pueden ser significantes, hay también costos asociados con los árboles urbanos que deben ser reconocidos para desarrollar planes óptimos de manejo forestal urbano. Los planes de manejo y plantación cuidadosamente diseñados, pueden maximizar los beneficios de los árboles urbanos.

Con planeación, diseño y manejo efectivos, los árboles urbanos proporcionarán un amplio rango de importantes beneficios a los residentes urbanos. Incluye un ambiente más placentero, saludable y confortable para vivir, trabajar y jugar; ahorros en los costos de suministro de un amplio rango de servicios urbanos y mejoras substanciales en el bienestar individual y comunitario. Los programas de plantación y manejo de árboles deberían considerar y enfocarse hacia cómo la vegetación urbana puede satisfacer mejor las necesidades de la gente. Los esfuerzos pasados de planeación y manejo pudieron haber sido más efectivos si los beneficios potenciales de la vegetación urbana no hubieran sido subestimados, hubiera un mejor entendimiento de las relaciones entre los beneficios/costos y las características y manejo de la vegetación, y estuvieran participando los

residentes urbanos en la planeación e implantación de los programas de manejo.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Definiendo la Contaminación

Para hablar de la contaminación ambiental es bueno primero definirla. Viene del inglés “pollution” que significa contaminación intensa y dañina del agua o del aire, producida por los residuos de procesos industriales o biológicos. La misma comenzó a utilizarse cuando sólo se conocían los efectos estéticos y sensoriales del desecho de residuos putrefactos al ambiente. En general el término más usado en castellano para denotar este conjunto de fenómenos es el de contaminación que significa: alterar nocivamente la pureza o las condiciones normales de una cosa o un medio por agentes químicos o físicos. La contaminación ambiental se clasifica según el medio en donde se la encuentre, es decir, el suelo (Litosfera), el aire (Atmósfera) o el agua (Hidrosfera).

Toda actividad altamente organizada y en particular la humana, tiende a modificar el medio ambiente. Esto no sería alarmante ya que el medio ambiente tiene los medios para dispersar, reducir o eliminar la contaminación, pero los límites son superados ampliamente y se convierte en un verdadero problema ya que se pone en peligro la estabilidad del medio ambiente y de todos los seres vivos que en él se encuentren.

Uno de los residuos que el ser humano vierte a la atmósfera en mayor cantidad es el CO₂, el cual proviene mayoritariamente de la combustión de los carburantes fósiles (el petróleo). Hoy en día los niveles de este gas en la atmosfera son elevados y van en

aumento. A este problema se le suma la deforestación y la falta de áreas verdes que provoca una menor producción de O_2 y una menor captación de CO_2 por parte de las plantas. Una de las propiedades que presentan las moléculas de CO_2 es la de absorber radiación infrarroja (longitud de onda larga). La superficie terrestre recibe radiación del sol (longitud de onda corta) la misma se absorbe y se re-emite dicha radiación se transforma en infrarroja.

La consecuencia desde el punto de vista ambiental es que el CO_2 absorbe la radiación infrarroja emitida por la superficie terrestre y la re-emite en todas direcciones nuevamente hacia la misma provocando un aumento de la temperatura de la biosfera (espacio dentro del cual se desarrolla la vida). Cabe destacar que esta propiedad de absorber radiación infrarroja es propia de otras moléculas, a este conjunto de moléculas se lo denominan como gases de efecto invernadero. (Corvalán, 1998)

Entonces podemos definir a la contaminación como la adición al aire, al agua, al suelo o a los alimentos de compuestos físicos y/o químicos, que alteran de manera negativa el ecosistema rural o urbano, es decir a sus componentes abióticos y bióticos, afectando en éstos últimos, sus ciclos de vida naturales.

2.2.1.1. Principales Fuentes de Contaminación Atmosférica

Las fuentes antropogénicas de contaminación atmosférica (o fuentes emisoras) son básicamente de dos tipos:

1. Estáticas: a su vez pueden subdividirse en fuentes zonales (producción agrícola, minas y canteras, zonas industriales), fuentes localizadas y zonales (fábricas de

productos químicos, productos minerales no metálicos, industrias básicas de metales, centrales de generación de energía) y fuentes municipales (p. ej., calefacción de viviendas y edificios, incineradoras de residuos municipales y fangos cloacales, chimeneas, cocinas, servicios de lavandería y plantas de depuración).

2. Móviles: como los vehículos con motor de combustión (p. ej., vehículos ligeros con motor de gasolina, vehículos pesados y ligeros con motor diesel, motocicletas, aviones incluyendo fuentes lineales con emisión de gases y partículas del conjunto del tráfico de vehículos). Existen también fuentes naturales de contaminación (p. ej., zonas erosionadas, volcanes, ciertas plantas que liberan grandes cantidades de polen, focos bacteriológicos, esporas o virus) (Spiegel y Maystre, 2011).

2.2.1.2. Clases de Contaminantes Atmosféricos

Los contaminantes atmosféricos se clasifican normalmente en: *partículas en suspensión* (polvo, nieblas, humos), *contaminantes gaseosos* (gases y vapores) y *olores*. A continuación se indican algunos de los contaminantes más frecuentes:

Las partículas en suspensión (SPM, PM₁₀) incluyen gases de escape de motores diesel, cenizas en suspensión, polvos minerales (carbón, amianto, caliza, cemento), polvos y humos metálicos (zinc, cobre, hierro, plomo), nieblas ácidas (ácido sulfúrico), fluoruros, pigmentos, nieblas de pesticidas, hollín y humos. Las partículas en suspensión, además de sus efectos respiratorios corrosivos, cancerígenos, irritantes y destructores de la vida vegetal, producen también daños

materiales (p. ej., acumulación de suciedad), interfieren con la luz del sol (p. ej., formación de nieblas que dificultan la penetración de los rayos solares) y actúan como superficies catalíticas para la reacción de las sustancias químicas adsorbidas.

Los contaminantes gaseosos incluyen compuestos azufrados (p. ej. SO_2) y trióxido de azufre (SO_3), CO , compuestos nitrogenados (p. ej., óxido nítrico (NO)), NO_2 , amoníaco (NH_3), compuestos orgánicos (p. ej., hidrocarburos (HC), COV , hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH), aldehídos), compuestos halogenados y haluros (p. ej., HF y HCl), H_2S , bisulfuro de carbono y mercaptanos (olores). Estos compuestos pueden generar contaminantes secundarios a través de reacciones térmicas, químicas o fotoquímicas. Por ejemplo, por la acción del calor, SO_2 puede oxidarse, convirtiéndose en trióxido, que, disuelto en agua, da lugar a la formación de una niebla de ácido sulfúrico (catalizado por óxidos de manganeso y hierro). Las reacciones fotoquímicas entre los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos reactivos pueden producir ozono (O_3), formaldehído y nitrato de peroxiacetilo (PAN); asimismo, las reacciones entre formaldehído y el ácido clorhídrico (HCl) forman el éter bisclorometílico. Aunque es sabido que algunos olores son producidos por agentes químicos específicos, como el H_2S , el bisulfuro de carbono (CS_2) y los mercaptanos (R-SH o $\text{R}_1\text{-S-R}_2$), otros son difíciles de definir químicamente. (Aránguez, et al., 1999).

2.2.2. Gestión de la Calidad del Aire

La vigilancia de la calidad del aire tiene como objetivo conservar la pureza ambiental estableciendo los límites máximos permitidos de contaminación y dejando en manos de las administraciones locales y los contaminadores el diseño y la adopción de medidas para garantizar que no se supere ese grado de contaminación. Un ejemplo de este tipo de legislación es el establecimiento de normas sobre la calidad atmosférica basadas, en la mayoría de los casos, en directrices sobre la calidad atmosférica (OMS 2000) para los diferentes contaminantes. Estas normas suelen indicar los niveles máximos permisibles de contaminantes (o indicadores de la contaminación) por zonas y pueden ser de tipo primario o secundario. Las normas primarias (OMS 2000) establecen los niveles máximos de contaminación compatibles con un margen de seguridad adecuado y con la protección de la salud pública, debiendo alcanzarse en un cierto plazo de tiempo. Las normas secundarias son aquellas que se juzgan necesarias para garantizar la protección contra efectos adversos, conocidos o previstos, de peligros que no afectan a la salud (sino principalmente a la vegetación), debiendo cumplirse dentro de “un plazo de tiempo razonable”. Las normas sobre la calidad atmosférica establecen valores a corto, medio y largo plazo que deben ser sostenibles para todos los seres vivos (incluidos los más vulnerables, como niños, ancianos y enfermos) al igual que para objetos inanimados.

Entre las medidas típicas de vigilancia de la calidad atmosférica se encuentran los controles de las propias fuentes como, por ejemplo, uso obligatorio de catalizadores en los vehículos o imposición de límites a las emisiones de los incineradores, planificación del uso del suelo, cierre de fábricas o reducción de

tráfico en condiciones climáticas desfavorables. El control óptimo de la calidad atmosférica exige que se reduzcan al mínimo las emisiones contaminantes a la atmósfera. Estos mínimos se definen básicamente como el nivel de contaminación que se permite a cada fuente emisora y pueden alcanzarse, por ejemplo, utilizando sistemas confinados o instalando colectores y depuradores de alta eficiencia. Un límite de emisión se expresa como la cantidad o la concentración de contaminante que se permite como máximo a una sola fuente. Este tipo de legislación implica la necesidad de decidir, para cada industria, la forma óptima de controlar las emisiones (es decir, fijando unos límites de emisión) (Spiegel y Maystre, 2011).

El objetivo básico del control de la contaminación atmosférica es establecer un plan de control de la calidad del aire (o un plan de reducción de la contaminación atmosférica) (Schwela y Köth-Jahr 1994) que abarque los siguientes aspectos:

- descripción del área en cuanto a topografía, meteorología y socioeconomía;
- inventario de emisiones;
- comparación con los límites de emisión;
- inventario de las concentraciones de contaminantes atmosféricos;
- concentraciones simuladas de contaminantes atmosféricos;
- comparación con las normas sobre la calidad atmosférica;
- inventario de efectos sobre la salud pública y el medio ambiente;
- análisis de las causas;
- medidas de control;
- coste de las medidas de control;
- coste de los efectos sobre la salud pública y el medio ambiente;

- análisis de coste/beneficio (coste del control frente al coste del esfuerzo);
- planificación del uso del suelo y del transporte;
- plan de ejecución; recursos comprometidos;
- previsiones de población, tráfico, industrias y consumo de combustibles,
- estrategias de seguimiento.

Cabe destacar que en las estrategias para el control de la contaminación no se incluye la gestión de las áreas verdes en la dinámica urbana a pesar de su probada contribución.

2.2.3. Impacto de la Contaminación Atmosférica en la Salud.

Los efectos que sobre la salud ejercen estos contaminantes atmosféricos van desde la mortalidad y enfermedades crónicas hasta efectos psicológicos y otros originados por la acumulación de contaminantes en el organismo a lo largo del tiempo (Miranda, 2006). En todo caso, cabe destacar que los efectos que tiene sobre la salud, la exposición en ambientes con presencia de contaminantes, dependen, según Belmar (1993), de dos tipos de factores fundamentales. En primer término están los factores que agravan o modifican los efectos, entre los cuales se distinguen: el lugar y tiempo de exposición y las características del individuo (edad y factores fisiológicos, educación y cultura, estrato social y características laborales, entre otros). En segundo lugar, existen factores contundentes, entre los cuales están la temperatura ambiente, humedad relativa, hábito de fumar, uso de cierto combustible a nivel doméstico, hiperactividad bronquial, características de la vivienda, situaciones laborales y estrato social.

Si bien los contaminantes urbanos son múltiples, los más comunes, son el material particulado total en suspensión (PTS)

el que viene en variedades de tamaño, O₃, SO₂, CO, NO_x y Pb. El cuadro 3 brinda información respecto de los principales contaminantes, sus efectos en salud y las principales fuentes que lo originan. Se han realizado una serie de estudios sobre los efectos que la contaminación atmosférica y los especialistas dividen contaminación de corto y de largo plazo.

Cuadro 3 Principales contaminantes, sus efectos en la salud y las fuentes que los originan.			
Contaminante	Fuentes	Daños en salud y otros	Características
SO _x , óxidos de azufre	Combustión de azufre contenido en combustibles fósiles; refinamiento de petróleo, fundición de metal, fabricación de papel.	Agudiza problemas de enfermos bronquiales al ser inhalado con material particulado.	Gas incoloro, pesado, soluble en agua con olor fuerte e irritante.
PTS, PM ₁₀ , PM _{2.5} (primarios)	Muchas fuentes: polvo de calles levantado por tráfico, procesos de combustión, motores diesel, procesos industriales, incendios forestales, quema de biomasa, construcción.	Irritación membranas mucosas, Aumento dificultades respiratorias, propiedades carcinógenas	Partículas sólidas o pequeñas gotas incluyendo humo, polvo y aerosoles
PM ₁₀ , PM _{2.5} (secundario)	Reacción química de precursores como SO ₂ , NO ₂ y NH ₃ , condensación de productos de combustión.	Similares al anterior; más agudos debido a mayor poder de penetración y acidez.	Partículas sólidas muy finas
NO _x , óxidos de nitrógeno	Combinación de nitrógeno y	Irritación pulmonar, aumento	gas café rojizo, relativamente

	oxígeno atmosférico a altas temperaturas de combustión (motores y fuentes industriales); subproducto de la fabricación de fertilizantes, degradación de materia orgánica.	susceptibilidad a los virus.	soluble en agua.
COV, compuestos orgánicos volátiles	Vehículos motorizados - evaporación de tanques de combustibles, carburadores; lavasecos, fugas de gas, procesos industriales, domésticos y de construcción que involucran solventes.	Irritación ocular y nasal, intoxicación, daño hepático y propiedades carcinógenas.	Muchos y variados compuestos de hidrógeno y carbón
CO	Combustión incompleta del carbono en combustibles (carbón, leña, petróleo, gas, gasolina) en fuentes industriales, residenciales y móviles.	Bloquea la hemoglobina, especialmente dañino para personas anémicas o con problemas pulmonares o cardiovasculares	Gas tóxico incoloro e inodoro, ligeramente soluble en agua.
O ₃	Producido por complejas reacciones fotoquímicas en la atmósfera, involucrando hidrocarburos, dióxido nitroso y luz solar.	Irritación ocular y nasal y agravamiento de problemas respiratorios	Gas azul pálido, apenas soluble en agua, inestable, de olor dulzón.

Pb	Combustión de gasolina con plomo, soldadura, pintura con plomo, operaciones de fundición de plomo	Tóxico para niños y personas mayores, afecta sistemas circulatorio, reproductivo y nervioso.	Metal existente en una variedad de compuestos.
----	---	--	--

Fuente. Datos tomados de O’Ryan y Larraguibel (2000)

2.2.3.1. Efectos de corto plazo

Los efectos de corto plazo en salud por la contaminación incluyen tanto un aumento de la mortalidad, como de enfermedades o morbilidad (Salinas y Vega, 1995; Ostro, et al., 1999). En todos estos estudios se ha encontrado una mortalidad creciente con la exposición a material particulado. Tanto el PM_{10} como el $PM_{2.5}$ tienen efectos significativos sobre la salud, pero el $PM_{2.5}$ tendría un efecto más claro. Este efecto sería tanto por mortalidad respiratoria y cardiovascular. Además del efecto del material particulado fino, los estudios indican un efecto del CO. También en otro estudio (Sanhueza, et al., 1999) se determinó que la exposición al O_3 y SO_2 estaba estrechamente relacionada con la mortalidad, pero la significancia de los resultados era baja.

Respecto de la morbilidad, un estudio sobre los efectos de la contaminación atmosférica en la salud respiratoria de los niños (Ostro, et al., 1999), determinó que la exposición al PM_{10} ambiente está estrechamente correlacionada con las consultas por síntomas de infecciones respiratorias bajas en niños de tres a quince años, como también de niños menores de dos años. La exposición a PM_{10} ambiente también está significativamente correlacionada con las consultas médicas por síntomas de infecciones respiratorias altas de niños mayores. La exposición al O_3 estaba estrechamente relacionada también con las

consultas médicas por síntomas de infecciones respiratorias altas y bajas en niños de tres a quince años. Finalmente, dicho estudio determinó que en Santiago, Chile se presentaba una cantidad significativamente mayor de afecciones a las vías respiratorias altas, asma y neumonía. En los últimos años, se ha presentado los resultados del estudio piloto con indicadores biomédicos. Los efectos en salud de la contaminación existen, pero son solo parte de un problema más generalizado. En niños de cuatro meses a un año de edad, el $PM_{2.5}$ parecía estar asociado con la presencia de bronquitis obstructiva, mientras que la neumonitis y la bronconeumonía fueron asociadas con la contaminación intradomiciliaria por la calefacción a gas, en estos ambientes las plantas de interior reducen los niveles de contaminación (ver Figura 10).

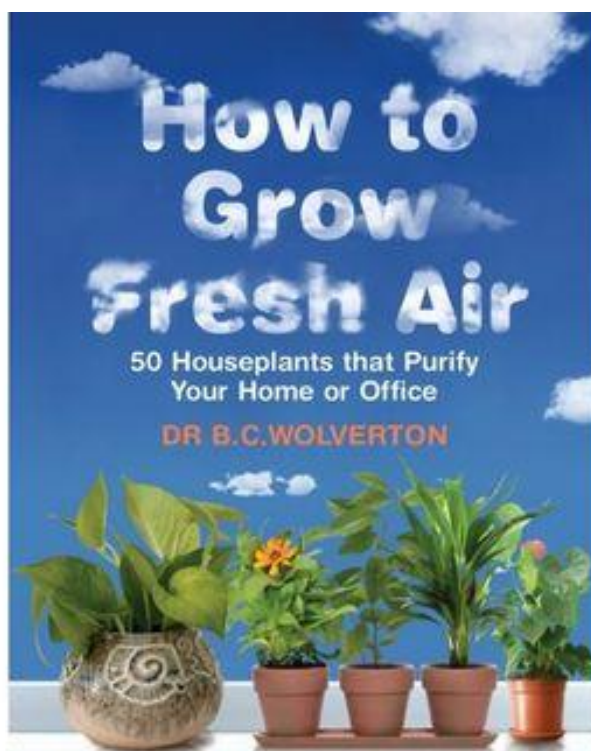


Figura 10 **Libro “Cómo Generar Aire Fresco”**

Fuente: <http://perrone.blogs.com/horticultural/2010/01/houseplantsasairfilters.html>

El ambiente en espacios cerrados que, en el caso de los pobres, puede estar muy influenciado por la quema de combustibles en lugares sin ventilación, especialmente en el invierno, tiene un marcado impacto negativo en las afecciones respiratorias infantiles. En resumen, es claro que el material particulado ha tenido un efecto en la salud respiratoria y en la mortalidad infantil. El efecto del O_3 en cambio es más débil (O’Ryan y Larraguibel, 2000).

2.2.3.2. Efectos a Largo Plazo

El análisis anterior describe los efectos a corto plazo o efectos agudos de la contaminación atmosférica sobre la salud. No se sabe mucho respecto de los efectos a largo plazo de la exposición a relativamente bajas concentraciones de contaminantes. Los estudios sobre los efectos crónicos son costosos y requieren de mucho tiempo. La exposición prenatal, neonatal o durante el desarrollo infantil a metales pesados, benzopirenos, hidrocarburos aromáticos policíclicos y otros compuestos orgánicos pueden tener efectos mutagénicos y/o cancerígenos, causar alteraciones biológicas por impresión (imprinting) y tener otros efectos sobre las funciones del cuerpo y los órganos muchos años después de la exposición y más aun si existe predisposición genética (López Bravo, et al., 1997).

Existen muchos otros compuestos además de los tradicionales como el O_3 , PM_{10} , $PM_{2.5}$, NO_2 y SO_2 . Un aire con estos contaminantes podía ser altamente mutagénico. Los estudios sobre las concentraciones de estos mutágenos y cancerígenos en ambientes cerrados concluyeron en que la fuente principal de la contaminación presente en ambientes cerrados era la filtración de la contaminación exterior. Sin embargo, estos estudios se enfocaron a oficinas y restaurantes en calles de alto tráfico. Es

muy dudoso que se hubiese llegado a dicha conclusión si se hubiese medido el contenido de mutágenos y/o cancerígenos presentes en los hogares a raíz de la quema de combustible en lugares sin ventilación. (O’Ryan y Larraguibel, 2000) (ver Figura 11).

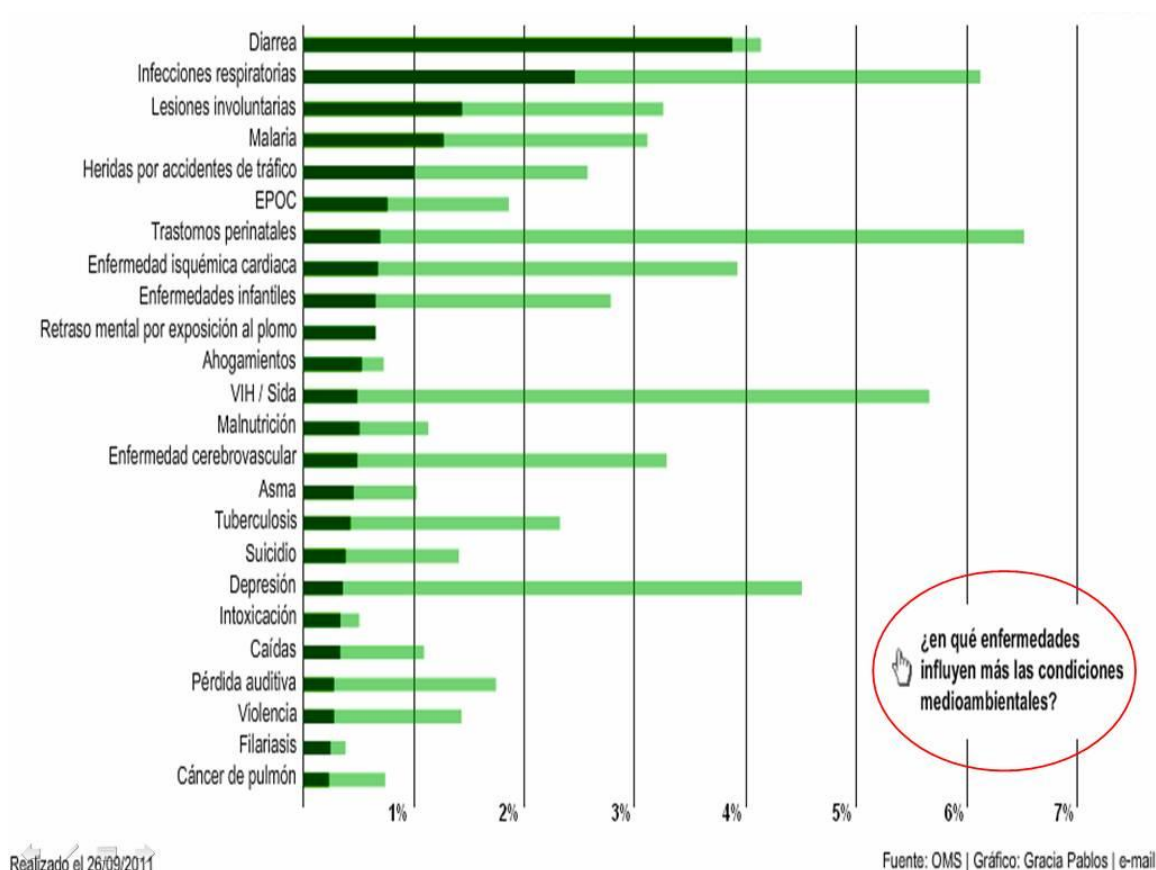


Figura 11 Enfermedades Relacionadas con la Contaminación Ambiental.
Fuente: OMS, 2011.

2.2.4. Gestión de la Contaminación Atmosférica

La gestión de la contaminación atmosférica pretende la eliminación, o la reducción hasta niveles aceptables, de aquellos agentes (gases, partículas en suspensión, elementos físicos y hasta cierto punto agentes biológicos) cuya presencia en la atmósfera puede ocasionar efectos adversos en la salud de las personas (p. ej., irritación, aumento de la incidencia o

prevalencia de enfermedades respiratorias, morbilidad, cáncer, exceso de mortalidad) o en su bienestar (p. ej., efectos sensoriales, interferencias con la visibilidad), efectos perjudiciales sobre la vida de las plantas y de los animales, daños a materiales de valor económico para la sociedad y daños al medio ambiente (p. ej., modificaciones climatológicas). Los graves riesgos asociados a los contaminantes radiactivos, así como los procedimientos especiales para su control y evacuación, exigen que se les preste la mayor atención. La importancia de una gestión eficiente de la contaminación atmosférica no puede ser subestimada. A no ser que se lleve a cabo un control adecuado, la multiplicación de las fuentes contaminantes del mundo industrializado puede llegar a producir daños irreparables para el medio ambiente y para toda la humanidad. No obstante, cabe destacar y alertar, que la contaminación del aire interior (especialmente en los países en vías de desarrollo) puede revestir una importancia aún mayor que la contaminación del aire exterior, ya que los contaminantes atmosféricos alcanzan con frecuencia concentraciones mayores en espacios cerrados, que al aire libre.

Al margen de las consideraciones referentes a emisiones de fuentes estáticas o móviles, el control de la contaminación atmosférica exige también tener en cuenta otros factores (como la topografía y la meteorología, la participación del gobierno y de los municipios, etc.) que deben ser integrados en un programa global. Por ejemplo, las condiciones meteorológicas pueden agravar los efectos de una misma emisión de contaminantes a nivel del suelo. Por su parte, las fuentes de contaminación atmosférica pueden estar diseminadas por toda una región y sus efectos pueden incidir, o su control debe involucrar, a más de una administración. Además, la contaminación atmosférica no respeta fronteras y las emisiones en una región pueden provocar

efectos en otra situada a gran distancia. (Aránguez, et al., 1999). Como lo que ocurre con la contaminación del aire que sufre Comas, y que procede de los distritos aledaños. La gestión de la contaminación atmosférica exige, por tanto, un planteamiento multidisciplinario, así como los esfuerzos conjuntos de diferentes entidades, tanto público como privado.

2.2.5. Gestión de las Áreas Verdes Urbanas.

La sustentabilidad de las ciudades debe basarse en gran medida por el capital ecológico que representa la vegetación, ya que constituye una alternativa para el control de la contaminación ambiental (Alcalá, et. al. 2008). En las zonas urbanas el capital ecológico es representado en gran medida por la vegetación urbana que contribuye a mitigar la contaminación ambiental. Holden (2006) considera que las metas del desarrollo sostenible han originado que cientos de ciudades de todo el mundo cuenten con sistemas de indicadores para mejorar los medios de evaluación del desarrollo urbano. Dentro del equipamiento urbano, las áreas verdes, han sido utilizadas para fines paisajistas, careciendo de información sobre su funcionalidad, la cantidad arbolada y sus efectos para contrarrestar la contaminación ambiental.

Una evaluación de la vegetación urbana y su relación con la descontaminación del aire, podría aportar y dar credibilidad a la conservación de las áreas verdes y promover la inversión y el manejo adecuados de áreas verdes urbanas para el mejoramiento ambiental (Escobedo y Chacalo, 2008).

Dentro del marco de desarrollo urbano de la ciudad y la asociación con la problemática ambiental resaltan algunos factores como son los procesos de ocupación territorial,

crecimiento urbano, los patrones de uso del suelo, la falta de regulaciones para la construcción y obsolescencia de la infraestructura y los servicios básicos, entre otros, factores que aumentan la presión sobre los recursos como es el caso de la vegetación (Londoño et al., 2007).

La dasonomía urbana involucra las plantaciones urbanas y sus aspectos administrativos, la planeación de sus áreas verdes, la distribución de individuos y de especies de acuerdo a las necesidades locales. Se puede mencionar, que para que se lleve a cabo un buen desarrollo de los áreas verdes urbanas resulta necesario: la participación ciudadana, puesto que el grado de deterioro ambiental y cultural biológico en el país es extremadamente alto (ver Figura 12). Los ciudadanos comunes son los únicos elementos de cambio vigentes en todo momento de la conservación de las áreas verdes en las ciudades. Los programas de los comités ciudadanos deberán ser enfocados con mayor vigor hacia acciones de mantenimiento y promoción al crecimiento y también a la siembra de árboles y arbustos. Un registro de información detallada sobre áreas verdes urbanas es necesario para planificar hacia futuro el manejo y la dirección que pretende seguir la gestión de las áreas verdes urbanas, para esto es preciso tener información fidedigna, por lo menos de las magnitudes de las existencias actuales y de la composición por edad y las especies de los árboles y arbustos existentes tanto en tierras públicas como en privadas. (Anaya, 2001).



Figura 12 Curitiba, Brasil.

Fuente:<http://www.fotopaíses.com/foto/Brasil/Curitiba/1383.html>

La apropiada planeación, diseño y manejo, de las áreas verdes urbanas puede proveer un amplio rango de importantes beneficios para la sociedad. Pero si un buen manejo puede generar beneficios, una gestión inapropiada puede reducir beneficios e incrementar costos. Las áreas verdes urbanas pueden mitigar muchos de los impactos ambientales del desarrollo urbano: *atemperan el clima; conservan la energía, mejoran la calidad del aire; disminuyen la escorrentía pluvial y las inundaciones; reducen los niveles de ruido, y suministran el hábitat para fauna silvestre*. En algunos casos, estos beneficios pueden ser parcialmente eliminados debido a la producción de polen, emisiones de compuestos orgánicos volátiles que contribuyen a la formación de ozono, generación de basura y consumo de agua. A través de adecuada planeación, diseño y manejo de la vegetación, el medio físico urbano y

consecuentemente la salud y el bienestar de los habitantes urbanos se puede ser mejorar (Alcalá, et al., 2008).

2.2.5.1. Las áreas verdes y su participación en la modificación microclimática.

Las áreas verdes urbanas influyen en el clima en un rango de escalas, desde un árbol individual hasta un bosque urbano en un área metropolitana. Al transpirar agua, alterar las velocidades del viento, sombrear superficies y modificar el almacenamiento e intercambio de calor entre superficies urbanas, los árboles afectan el clima local y consecuentemente el uso de la energía en edificios, así como el confort térmico humano y la calidad del aire. A menudo, una o más influencias climáticas de las áreas verdes tenderán a producir un beneficio, mientras otras influencias contrarrestarán el mismo (Heisler et al., 1995).

En el caso de los árboles, éstos afectan la corriente del viento alterando su dirección y velocidad (ver Figura 13).



Figura 13 La presencia de árboles y arbustos en el Ecosistema Urbano determina una clara disminución del efecto Isla de Calor.

Fuente: <http://www.arbolesymedioambiente.es/Pagina14.html>

Las copas densas de los árboles tienen un impacto significativo sobre el viento, el cual casi desaparece dentro de aquellas de pocos diámetros y colocadas en la misma dirección; pero la influencia de los árboles aislados es más inmediata. (Heisler et al., 1995). Numerosos árboles en el lote de una casa, en conjunción con los árboles en todas partes del vecindario, reducen la velocidad del viento significativamente. Los árboles también tienen una dramática influencia en la radiación solar que llega. En efecto, estos pueden reducir la radiación solar en 90% o más (Heisler, 1986). Algo de la radiación absorbida por la cubierta arbórea lleva a la evaporación y transpiración de agua de las hojas. Esta evapotranspiración baja la temperatura de las hojas, de la vegetación y del aire. A pesar de grandes cantidades de energía utilizada en la evapotranspiración en días soleados, los movimientos del viento dispersan rápidamente el aire enfriado reduciendo el efecto global. Abajo de árboles individuales o de pequeños grupos, la

temperatura del aire, a 1.5 m sobre el nivel del suelo, está usualmente dentro de un rango de variación de 1°C, en relación con la temperatura del aire en un área abierta (Souch y Souch, 1993). Junto con el enfriamiento por la transpiración, la sombra del árbol puede ayudar a enfriar el ambiente local, evitando el calentamiento solar de algunas superficies artificiales que están abajo de la cubierta arbórea (por ejemplo, edificios, aire acondicionado) y estos efectos conjuntos pueden reducir la temperatura del aire hasta 5°C (Akbari et al.1992).

Aunque los árboles producen en el verano temperaturas más frescas del aire, bajo algunas condiciones, los árboles en un vecindario pueden incrementar la temperatura del aire en comparación con otro vecindario que tenga como cubierta vegetal principalmente pasto (Myrup et al., 1991). Con cubiertas arbóreas dispersas, la radiación puede alcanzar y calentar superficies del suelo, sin embargo la cubierta arbórea puede reducir la mezcla atmosférica lo suficiente para evitar que el aire más frío llegue al área. En este caso, la sombra y la transpiración del árbol pueden no compensar las temperaturas más altas del aire debido a la reducción de la mezcla (Heisler et al., 1995). Es de esta manera que, los efectos combinados de los árboles sobre la radiación, viento y enfriamiento por la transpiración, afectan las temperaturas del aire y el clima. Las bajas temperaturas del aire, pueden mejorar su calidad porque la emisión de muchos contaminantes disminuye con la disminución de las temperaturas del aire. Además de proporcionar enfriamiento por transpiración, la masa física y las propiedades térmico-radiactivas de los árboles pueden afectar otros aspectos de la meteorología local y el microclima, tales como velocidad del viento, humedad relativa, turbulencia y las alturas de las

capas térmicas limítrofes. Estos cambios también pueden alterar la concentración de contaminantes en áreas urbanas. (Nascimento, et al., 1997).

2.2.5.2. Conservación de la energía y el bióxido de carbono

Los árboles urbanos pueden reducir las necesidades de energía para calentar y enfriar edificios, sombreando edificios en el verano, reduciendo en esta estación las temperaturas del aire y bloqueando los vientos del invierno. Sin embargo, dependiendo de donde estén ubicados, los árboles urbanos también pueden incrementar las necesidades de calor en el invierno en los edificios sombreados por ellos. Los efectos de conservación de la energía por los árboles varían según el clima de la región y la ubicación de los árboles alrededor del edificio. Los árboles arreglados que ahorran energía, proporcionan sombra primariamente en paredes y techos orientados al este y oeste y en la dirección que protejan contra los vientos predominantes del invierno. El uso de energía en una casa con árboles, puede ser 20 ó 25% más bajo que en una casa similar en espacios abiertos (Heisler, 1986). Se ha estimado que, estableciendo árboles maduros alrededor de las residencias, se reducirían los costos de energía (Akbari et al., 1988).

La ubicación apropiada del árbol cerca de los edificios, es crítica para lograr los beneficios máximos de conservación de la energía. Al alterar el uso de energía en los edificios, también en las plantas de energía eléctrica serán alteradas las emisiones de contaminantes atmosféricos y de bióxido de carbono (CO₂), un gas que produce efecto de invernadero. Además de alterar las emisiones de CO₂ de las

plantas de electricidad, los árboles urbanos también pueden reducir el CO_2 atmosférico almacenando directamente carbono (del CO_2) en su biomasa, en tanto el árbol crece. Los árboles grandes, mayores de 77cm de diámetro, almacenan aproximadamente 3t métricas de carbono, 1,000 veces más carbono que aquel almacenado por árboles pequeños, menores a 7cm de diámetro. Los árboles sanos continúan fijando carbono adicional cada año; los árboles grandes y vigorosos fijan cerca de 90 veces más carbono anualmente que los árboles pequeños (93 kg C/año vs 1 kg C/año) (Nowak, 1994a).

Aunque los árboles remueven el CO_2 de la atmósfera, los lazos entre el manejo de árboles urbanos y los niveles de CO_2 son complejos. En muchas actividades de mantenimiento de árboles se usan combustibles fósiles que emiten CO_2 a la atmósfera. Una vez que los árboles mueren, el carbono almacenado será liberado de regreso a la atmósfera vía su descomposición. Los árboles ubicados impropriamente alrededor de los edificios, pueden incrementar las demandas de energía y, en consecuencia, las emisiones de CO_2 . De esa manera, cuando se evalúa la influencia global de los árboles sobre los niveles del CO_2 atmosférico, necesitan ser considerados numerosos factores tales como el uso de combustibles fósiles en el manejo de la vegetación, el ciclo del carbono del árbol y las emisiones de CO_2 de las plantas de luz (Nowak, 1994^a).

2.2.5.3. Árboles Urbanos y su función en el proceso de la hidrología urbana

Al interceptar y retener o disminuir el flujo de la precipitación pluvial que llega al suelo, los árboles urbanos

(conjuntamente con los suelos) pueden tener una importante función en los procesos hidrológicos urbanos. Pueden reducir la velocidad y volumen de la escorrentía de una tormenta, los daños por inundaciones, los costos de tratamiento de agua de lluvia y los problemas de calidad de agua. La escorrentía estimada para el evento de una tormenta en Dayton, Ohio, mostró que la cubierta arbórea (22%) redujo la escorrentía potencial en 7% y un incremento modesto de cubierta arbórea (al 29%) reduciría la escorrentía en cerca del 12%. Al reducir la escorrentía, los árboles funcionan como estructuras de retención / detención que son esenciales para muchas comunidades. La escorrentía disminuida debido a la interceptación de la lluvia, puede también reducir los costos de tratamiento de aguas de tormentas en muchas comunidades, reduciendo el volumen de agua torrencial para ser manipulada durante los periodos pico (máximos) de escorrentía (Sanders, 1986). Para optimizar estos beneficios hidrológicos, la cubierta arbórea debe ser incrementada en donde está relativamente baja y en donde hay extensas superficies de suelo impenetrables, ya que la escorrentía hace un embudo en las cañerías, drena los estanques y otras estructuras que tienen una capacidad limitada para manejar los picos de agua durante la tormenta.

También hay costos hidrológicos asociados con la vegetación urbana, particularmente en ambientes áridos donde el agua escasea crecientemente. El incremento en el uso del agua, en las regiones desérticas, tiene el potencial de alterar el balance local de agua y varias funciones del ecosistema que están enlazadas al ciclo del agua del desierto. Además, los costos anuales de agua para sostener la vegetación, pueden ser dos veces mayores que los

ahorros de energía generados por la sombra de los árboles, cuando se tienen especies con alto consumo de agua, como la morera, (McPherson y Dougherty, 1989). Sin embargo, en Tucson, Arizona, 16% de los requerimientos anuales de irrigación de árboles fue compensado por el agua conservada en las plantas de luz, debido a los ahorros de energía proporcionados por los árboles (Dwyer et al., 1992).

2.2.5.4. Las áreas verdes y la reducción del ruido.

Se ha demostrado que las plantaciones de árboles y arbustos diseñadas apropiadamente pueden reducir de manera significativa el ruido. Las hojas y ramas reducen el sonido transmitido, principalmente dispersándolo, mientras el suelo lo absorbe (Aylor, 1972). Para la reducción óptima del ruido, los árboles y arbustos deberían ser plantados cerca del origen del ruido y no cerca del área receptora (Cook y Van Haverbeke, 1971). Cinturones anchos (30m) de árboles altos y densos, combinados con superficies suaves del suelo pueden reducir los sonidos aparentes en 50% o más (Cook, 1978). Para espacios de plantación angostos (menos de 3m de ancho) la reducción del ruido de tres a cinco decibeles, puede ser lograda con cinturones de vegetación densa, de una hilera de arbustos al lado del camino y una hilera de árboles atrás (Reethof y McDaniel, 1978). Plantaciones de amortiguamiento, en estas circunstancias, son más efectivas típicamente para ocultar vistas que para reducir el ruido.

La vegetación urbana también puede ocultar ruidos generando sus propios sonidos, por el viento que mueve las hojas de los árboles o los pájaros que cantan en la cubierta arbórea. Estos sonidos pueden hacer que los individuos estén menos conscientes de los ruidos ofensivos, porque la

gente es capaz de filtrar los ruidos indeseables mientras se concentra en los sonidos más deseables y escuchará selectivamente los sonidos de la naturaleza más que los sonidos de la ciudad (Robinette, 1972). La percepción humana de los sonidos es también importante. Debido al bloqueo visual del origen del sonido, la vegetación puede reducir la percepción de la cantidad de ruido que los individuos realmente escuchan. En última instancia, la efectividad de la vegetación para controlar ruidos está determinada por el sonido mismo, la configuración de la plantación considerada y las condiciones climáticas (Miller, 1988) (ver Figura 14).



Figura 14 Con grosores de vegetación suficientes, las formaciones o barreras vegetales pueden tener un cierto efecto de amortiguación del ruido, actuando como pantallas acústicas. Fuente: <http://pcastrocastillo.blogspot.com/2009>

2.2.5.5. Beneficios ecológicos de las áreas verdes urbanas

Muchos beneficios adicionales están asociados con la vegetación urbana y contribuyen al funcionamiento de los ecosistemas urbanos a largo plazo y al bienestar de los residentes urbanos. Éstos incluyen el hábitat de la fauna silvestre y la biodiversidad enriquecida (ver Figura 15). Aunque el hábitat de la fauna es visto a menudo como benéfico, bajo algunas circunstancias pueden haber problemas y costos asociados a la fauna silvestre, como los daños a plantas y estructuras, excrementos, amenazas a las mascotas y transmisión de enfermedades.

Las encuestas han encontrado que la mayoría de los habitantes de la ciudad gozan y aprecian la fauna en sus vidas diarias (Shaw et al., 1985). Además, la creación y enriquecimiento del hábitat usualmente aumenta la biodiversidad y complementa muchas otras funciones benéficas de los bosques urbanos (Johnson et al., 1990). Debido al aumento de la conciencia ambiental y el interés por la calidad de vida, es posible que se incremente la significancia de los beneficios ecológicos con el tiempo (Dwyer et al., 1992).



Figura 15 La vegetación urbana y contribuyen al funcionamiento de los ecosistemas urbanos a largo plazo y al bienestar de los residentes urbanos. Fuente:<http://pcastrocastillo.blogspot.com/2009>

2.3. Marco Conceptual

- a. **Amenaza antrópica:** es el riesgo o posible peligro que puede conllevar para la vida, de uno mismo o de terceros La amenaza puede entenderse como un peligro que está latente, que todavía no se desencadenó, pero que sirve como aviso para prevenir o para presentar la posibilidad de que sí lo haga. El término se suele utilizar cuando se dice que la o las actividades del ser humano es una amenaza para la vida.

- b. **Área verde urbana:** son los espacios urbanos, o de periferia a éstos, predominantemente ocupados con árboles, arbustos o plantas, que pueden tener diferentes usos, ya sea cumplir funciones de esparcimiento, recreación, ecológicas, ornamentación, protección, recuperación y rehabilitación del entorno, o similares (MINVU, CONAMA, 1998).
- c. **Calidad Ambiental:** El estado en el cual los recursos del planeta (tierra, aire, agua) que se presentan naturalmente están libres de impurezas artificiales o productos de desecho generados por la actividad humana.
- d. **Centro Urbano:** es la zona principal donde se hacen los negocios, y en torno a la cual se disponen las demás funciones de la ciudad, desde la administración hasta la residencia. El centro urbano genera una segregación social en el espacio en virtud de los diferentes precios del suelo que se crean con la actividad comercial y terciaria. Son concentraciones de servicios de tipo administrativo y de equipamiento urbano para las actividades culturales, recreativas, de comercio, educación, salud, etc. Su nivel de atención debe ser de tipo metropolitano y su estructura urbana está basada en vialidades primarias y líneas del metro.
- e. **Ciclo natural:** Proceso natural en el que los elementos circulan continuamente bajo distintas formas entre distintos compartimentos del medioambiente (por ejemplo el aire, el agua, el suelo, los organismos). Algunos ejemplos son el ciclo del carbono, del nitrógeno y del fósforo (ciclos de nutrientes) y el ciclo del agua.
- f. **Cobertura vegetal:** Cobertura vegetal (n. f.): proporción del suelo ocupada por la proyección perpendicular de las partes aéreas de las plantas sobre el suelo. Por ejemplo, si iluminásemos la vegetación desde arriba y verticalmente, la cobertura sería la proporción del suelo que está sombreado. La cobertura vegetal se expresa generalmente como un porcentaje.
- g. **Contaminación:** es la presencia de concentraciones inusualmente altas de sustancias dañinas o radiactividad dañina en el medio ambiente, como resultado de la actividad de los seres humanos o por procesos

naturales como la erupción volcánica, o la indeseable presencia de ruido o luz artificial.

- h. **Crónico:** Aquello que se prolonga durante mucho tiempo.
- i. **Dasonomía:** Es la ciencia que proporciona las bases metodológicas, técnicas y estratégicas para manejo de áreas verdes urbanas.
- j. **Desutilidad:** Utilidad negativa. Molestia, daño o satisfacción negativa que produce un cierto bien o servicio. Cuando algo produce desutilidad debiera hablarse, en propiedad, de un "mal" y no de un bien económico.
- k. **Ecosistema urbano:** se refiere al conjunto individual y sinérgico de nuevos componentes que se origina debido a la concentración espacial de sus habitantes, residencias, actividades e infraestructuras.
- l. **Edema Pulmonar:** *Es una acumulación anormal de líquido en los alvéolos pulmonares que lleva a que se presente dificultad para respirar.*
- m. **Enfisemas:** Tumefacción producida por aire o gas en el tejido pulmonar.
- n. **Estándares de Calidad Ambiental (ECA)** es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos o biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa significativo para la salud de las personas ni al ambiente.
- o. **Excretas:** Conjunto de los desechos metabólicos expulsados fuera del organismo (heces, orina, sudor, bilis, esputos, etc.).
- p. **Factores orográficos:** descripción de montañas. A través de sus representaciones cartográficas (mapas), es posible visualizar y estudiar el relieve de una región. Los estudios orográficos son importantes en el planeamiento de diversas obras de infraestructura. A la hora de extender las vías del ferrocarril o de trazar una nueva carretera, resulta indispensable conocer las características orográficas del terreno para adaptarse a las subidas, pendientes, etc.
- q. **Fitobiología:** Ciencia que se encarga del estudio de la vegetación.
- r. **Follaje:** conjunto de las hojas de los árboles y de otras plantas.
- s. **Límites Máximos Permisibles (LMP):** son considerados "la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan a un efluente o a una emisión,

que al ser excedido puede causar daños a la salud, bienestar humano y al ambiente”. La característica más importante de los LMP, es que su cumplimiento es exigible legalmente; es decir, el titular de la actividad productiva que no cumpla con los mismos puede ser pasible de sanción.

- t. **Medio biótico**: hace referencia a lo característico de los seres vivos o que está vinculado a ellos. También es aquello perteneciente o relativo a la biota (el conjunto de la flora y la fauna de una determinada región).
- u. **Medioambiente urbano**: remite a una multiplicidad de fenómenos percibidos como causantes de problemas en la ciudad: la contaminación del aire, la calidad del agua, el saneamiento, las condiciones de transporte, el ruido, el desmedro de los paisajes, la preservación de los espacios verdes, el deterioro de las condiciones de vida.
- v. **Microclima**: conjunto de condiciones atmosféricas y climáticas uniformes en un espacio reducido.
- w. **Mitigar**: medidas tomadas con el objeto de reducir el sufrimiento humano y la pérdida de propiedad resultante de fenómenos naturales o antropogénicos extremos.
- x. **Ocio**: tiempo libre, sin actividad laboral, es decir hay dedicación al descanso o a realizar otro tipo de actividades.
- y. **Pantalla vegetal**: un conjunto de árboles o arbustos que forman parte de la arquitectura urbana y cumplen una función en regular los cambios estacionales.
- z. **Planificación urbana**: es la especialización que realiza el urbanista, el ingeniero, el arquitecto y otros profesionales. Es una técnica del urbanismo que establece un modelo para organizar un barrio, un municipio o un área urbana. Ordena de una manera exacta los espacios, es por ello que está relacionada con la ingeniería y la arquitectura. Es importante conocer la estructura de la propiedad, ya que la planificación establece decisiones que afectan al derecho de esta.
- aa. **Relación interespecífica**: es la interacción que tiene lugar en una comunidad entre dos individuos o más de especies diferentes, dentro de un ecosistema. Las relaciones interespecíficas son relaciones ambientales que se establecen entre los organismos de la biocenosis.

- bb. **Síntoma:** Fenómeno revelador de una enfermedad. Signo que concurre con una enfermedad.
- cc. **Tierra eriaza:** Tierras que no pueden cultivarse por escasez o exceso de agua.
- dd. **Visibilidad:** calidad de visible, posibilidad de ver a mayor o menor distancia según las condiciones atmosféricas y del entorno.

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

Proceso técnico:

Identificación de los principales problemas ambientales y causas que lo ocasionan, definición y análisis de la función de las áreas verdes urbanas actual y uso potencial de las mismas, identificación de peligros ambientales.

Proceso participativo:

Inspección ocular de áreas verdes urbanas, fotos de la zona y participación de la población a través de un instrumento, encuesta.

Encuesta:

Identificación de principales problemas ambientales en relación con la variable áreas verdes urbanas, la variable gestión de las áreas verdes y la variable calidad ambiental.

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

Descriptiva y Explicativa

Descriptiva: Porque describirá el estado de las áreas verdes urbanas, la importancia que éstas tienen para la población como componentes de su comunidad, la percepción de la población con respecto a la gestión de las mismas y el papel que cumplen las áreas verdes en la calidad ambiental del distrito de Comas.

Explicativa: Porque las condiciones óptimas que rigen el comportamiento del distrito de Comas en términos de confort están asociados a la interrelación del aspecto ecológico, biológico, económico-productivo, socio-cultural, tecnológico y estético. De esta manera, la relación que existe entre las áreas verdes urbanas y la calidad ambiental es relevante para la conformación de un hábitat saludable, confortable y capaz de satisfacer los requerimientos básicos de sustentabilidad de la vida humana individual y en interacción social dentro del medio urbano.

3.2. Unidad de Análisis:

Áreas verdes urbanas del distrito de Comas, Lima, Perú.

3.3. Población de Estudio

486977 habitantes, según censo INEI 2007

3.4. Tamaño de la Muestra

Para la determinación del tamaño de la muestra se usará la siguiente fórmula:

$$n = \frac{k^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{(e^2 \cdot (N-1)) + k^2 \cdot p \cdot q}$$

N: es el tamaño de la población o universo (número total de posibles encuestados).

k: es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos. El nivel de confianza indica la probabilidad de que los resultados de la investigación sean ciertos.

Los valores k más utilizados y sus niveles de confianza son:							
k	1,15	1,28	1,44	1,65	1,96	2	2,58
Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	95,5%	99%

e: es el error muestral deseado. El error muestral es la diferencia que puede haber entre el resultado que obtenemos preguntando a una muestra de la población y el que obtendríamos si preguntáramos al total de ella.

p: proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que $p=q=0.5$ que es la opción más segura. **q:** proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es $1-p$.

n: tamaño de la muestra.

$$n = \frac{k^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{(e^2 \cdot (N-1)) + k^2 \cdot p \cdot q}$$

$$K = 1.96$$

$$p = 0.5$$

$$q = 0.5$$

$$N = 486977$$

$$e = 5\%$$

$$n = \frac{((1.96^2) * 486977 * 0.5 * 0.5)}{((5^2 * (486977 - 1)) + ((1.96^2 * 0.5 * 0.5))} = 384$$

$$n = 384$$

3.5. Selección de Muestra

Aleatoria

3.6. Técnicas de Recolección de Datos

Se utiliza para el desarrollo del trabajo una metodología que va de lo general a lo particular, la cual comienza, en una:

- Recolección de datos de la bibliografía general y específica sobre el tema y exposición de datos en forma metodológica.
- Realización de entrevistas con personal encargado de las áreas verdes del municipio de Comas.
- Trabajo de gabinete, se elabora un inventario sobre las circunstancias, problemas y posibilidades de las áreas verdes urbanas del distrito de Comas.
- En función de estudios teóricos y de casos, se efectúa un conjunto de recomendaciones prácticas para el área analizada.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis, Interpretación y discusión de resultados

4.1.1. Análisis Situacional

En 1992, el distrito de Comas necesitaba aproximadamente 333.041ha de vegetación, existiendo sólo 134.62ha destinadas a áreas verdes, existiendo un déficit de aproximadamente 198.44ha. Así, en el 2001 se registraron aproximadamente 119.85ha de áreas verdes urbanas de las cuales el 50% son parques y jardines habilitados, el 23% son bermas habilitadas y el 27 % son áreas por habilitar (Dirección de Saneamiento Ambiental y Ecología Municipalidad de Comas 2001).

En el 2002, el estado de las áreas verdes urbanas existentes era 186.94ha (ver Cuadro 4).

Cuadro 4 Total de áreas verdes urbanas en Comas 2002			
Áreas Verdes Urbanas	ha Habilitadas	ha Por habilitar	Total
Parques	64.77	27,80	92.57
Parque zonal	42.00	12.00	54.00
Total recreación pasiva	107.77	39.80	147.57
Bermas centrales de avenidas	38.57	1.80	40.37
Total	145.34	41,60	186.94

Fuente: Inventario de áreas verdes urbanas Dirección de Saneamiento Ambiental y Ecología 2002. Municipalidad de Comas.

De la cantidad de áreas verdes urbanas tenemos que aproximadamente el 93ha son destinadas para parques y 40ha son destinadas en las bermas centrales de las avenidas.

Existen 230 parques implementados; de los cuales el 31% se encuentran por habilitar, 4% por rehabilitar, lo que define el 64,77ha de parques habilitadas y 27,81ha de parques por habilitar (ver Cuadro 5).

Cuadro 5 Áreas de parques habilitadas y por habilitar por zonal			
Zonales	Área de Parques Habilitados. (ha)	Área de Parques por Habilitar (ha)	Total (ha)
Zonal 01	5.99	2.85	8.84
Zonal 02	3.13	0.49	3.63
Zonal 03	0.46	0.65	1.11
Zonal 04	5.35	2.34	7.69
Zonal 05	0.69	1.47	2.16
Zonal 06	11.82	5.08	16.90
Zonal 07	10.09	1.04	11.13
Zonal 08	3.59	4.70	8.29
Zonal 09	1.28	5.07	6.35
Zonal10	9.89	0.89	10.78
Zonal11	7.21	1.86	9.07
Zonal12	0.80	1.36	2.16
Zonal 13	4.48	0.00	4.48
Zonal 14	-	-	0.00
TOTAL	64.78	27.81	92.58

Fuente. Inventario de Áreas Verdes Urbanas .Dirección de Saneamiento Ambiental y Ecología. Municipalidad de Comas 2002.

Aparentemente con el esfuerzo desplegado en los últimos años, el déficit de áreas verdes urbanas respecto al normativo actual ha desaparecido, quedando más bien la tarea de habilitar las 39.8ha

reservadas (27.81ha de áreas verdes y 12ha en parque zonal) (ver Cuadro 6).

Con respecto a la gestión municipal se ha implementado el Plan de Desarrollo Concertado de Comas al 2010, con el objetivo de continuar con la promoción del desarrollo local para asegurar el mejoramiento de las condiciones de vida de la población en todas sus dimensiones.

Cuadro 6 Déficit de Equipamiento Recreativo Comas 2002				
Áreas Verdes (Recreación Pasiva)	Normativo Hectáreas	Hectáreas Existentes	Superávit	
Parque Zonal	137.28 ¹³	147.57 ¹⁴	Abs. ha	% ¹⁵
Parques y Plazas			10.29	7.5

Fuente. Inventario de áreas verdes urbanas Dirección de Saneamiento Ambiental y Ecología 2002. Municipalidad de Comas.

En el inventario de áreas verdes urbanas Dirección de Saneamiento Ambiental y Ecología 2002. Municipalidad de Comas se indica que existen los siguientes problemas ambientales:

- Contaminación sónica (ruidos).
- Altos niveles de partículas en suspensión, que trae consigo problemas de orden respiratorio y pulmonar. Las principales

¹³ Coeficiente normativo para recreación pasiva 3m²/habitante.

¹⁴ Faltan habilitar 39.8 ha.

¹⁵ Porcentaje con referencia al Total de Área de Equipamiento. Recreativo Normativo.

fuentes de contaminación del aire son las actividades industriales, el mal estado del parque automotor, uso de combustibles con altos contenidos de plomo y azufre, y la quema de residuos sólidos.

- Déficit de áreas verdes urbanas, que es uno de los problemas más serios del distrito. Se estimaba un déficit no menor al 50% del área normativa, que equivale a 76ha; del total de áreas verdes urbanas disponibles aproximadamente el 93ha se destinan para parques, 40ha se destinan para las bermas centrales de las avenidas. Hay 230 parques implementados, de los cuales el 31% de ellos se encuentran por habilitar, 4% por rehabilitar, lo que significa 64.77ha de parques habilitados y 27.80ha de parques por habilitar.
- Pérdida de áreas agrícolas por habilitación urbana del orden de 800ha.
- Pérdida de ecosistemas naturales, como las lomas, siendo la Zona 12 donde se ubican las últimas lomas donde su extensión no es mayor a las 10ha. Otro ecosistemas en peligro es el humedal de la cuenca baja del río Chillón, el cual ha sido ocupado casi en su totalidad por actividades urbanas.
- Contaminación del suelo, el cual va incrementándose por la pérdida de las condiciones naturales, físicas, químicas y biológicas del suelo y al desarrollo de actividades inducidas por el ser humano que afectan éstas condiciones, como:
 - ✓ Inadecuado manejo de residuos sólidos.
 - ✓ Desarrollo de actividades económicas informales.
 - ✓ Disposición de excretas al aire libre.
 - ✓ Habilitación de grifos en zonas inadecuadas.
 - ✓ Explotación de materiales agregados para construcción.

- ✓ Arrojo de aguas servidas.

El enfoque aplicado en el proceso de actualización del Plan de Desarrollo Concertado tiene cinco dimensiones:

- **Desarrollo económico**, la creación, acumulación y distribución de riqueza y ordenamiento urbano territorial.
- **Salud y medio ambiente**, la calidad de vida de la población vinculada a la conservación y mejoramiento de los recursos naturales y la sustentabilidad de los modelos adoptados en el mediano y largo plazo.
- **Cultura e identidad**, los valores, el desarrollo de potencialidades y la formación de capacidades.
- **Seguridad integral**, la equidad y la integración social, la calidad y las condiciones de vida y bienestar general.
- **Gestión local**, la gobernabilidad del territorio, que implica la definición de un proyecto colectivo específico, autónomo y sustentado en los actores locales, implica también la articulación del territorio en sub espacios denominados ejes territoriales.

4.1.2. Densidad de la Población

La población del distrito de Comas según el censo del 2007 (INEI) es de 486 977, de los cuales 486 977 (100%) es urbana. Comas representa el 25% de la población del cono norte y el 6% de Lima metropolitana. (Censo INEI 2007). Para comprender el porqué del déficit de áreas verdes por habitante se debe considerar que la población de Comas desde finales del siglo veinte ha venido en aumento (ver Cuadro 7), lo cual aunado a la falta de ordenamiento territorial, lo incipiente de su plan de desarrollo urbano, y pocos

programas de educación ambiental dirigido a su población, ha ocasionado un deterioro del ecosistema natural del área urbana.

Cuadro 7 Evolución del crecimiento poblacional del distrito de Comas.			
Año	1981	1993	2007
	289 806	404 352	486 977

Fuente. Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI (Censo 2007).

Como lo explica el Cuadro 8, la población del área rural desde 1981 ha ido desapareciendo.

Cuadro 8 Provincia de Lima: población censada urbana, según distrito, 1981, 1993 y 2007						
Distrito	1981		1993		2007	
	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%
Comas	288 905	99,7	404 352	100,0	486 977	100,0

Fuente. Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI (Censo 2007).

Al igual que los demás distritos de Lima, Comas ha sufrido un proceso de ocupación del suelo de manera horizontal, generando escasez de servicios y demanda creciente de infraestructura urbana, pues el ritmo de incorporación de suelo urbano ha sido mayor que las tasas de crecimiento poblacional (ver Cuadro 9). La ocupación urbana se ha extendido hasta áreas de alto riesgo físico, ocasionando la pérdida de áreas agrícolas en la margen izquierda de la Panamericana Norte, además cabe destacar la inexistencia de áreas de reserva para equipamiento urbano por ocupación informal del territorio, inexistencia de límites perimétricos de áreas arqueológicas, desorden en la

ubicación de actividades, ineficiente control de áreas de expansión urbana.

Cuadro 9 Provincia de Lima: tasa de crecimiento promedio anual de la población censada, distrito Comas, 1981, 1993 y 2007 (por cien)		
Años	1981-1993	1993-2007
Tasa Crecimiento Promedio Anual	2,8	1,3

Fuente. Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI (Censo 2007).

Comas es el segundo distrito más poblado del país con cerca de 500,000 habitantes de condición económica media baja y baja, dedicados principalmente a comercio y servicios, su clima es seco y caluroso en verano y llovizna en los meses de invierno.

Comas se configura como un distrito pobre, de bajos ingresos, siendo el 82,8% de la población del estrato socioeconómico medio bajo y bajo, alto índice de desnutrición con un 14.44% de la población, el 82.54% de la población con riesgo de salud y el 13.2% de los estudiantes no tienen acceso a la educación pública en Comas, factores que frenan el desarrollo de las pequeñas y microempresas.

El área ocupada actual del distrito (ver Cuadro 10) 32,388ha, de las cuales 2860.1ha es urbana, equivale al 88.3% del área ocupada, el crecimiento mayor del área urbana ha sido sobre el terreno agrícola.

El uso de suelo actual predominantemente es residencial, con 73% para vivienda taller, para uso agrícola 11.4%, para comercio 2.7% y 2.1% para uso industrial. La mayor concentración e intensidad del comercio se encuentra en la Av. Túpac Amaru, Av. Universitaria y Av. Belaunde, entre otras. Existe déficit en las áreas de reserva destinadas para recreación.

Cuadro 10 Provincia de Lima: superficie y densidad de la población censada, distrito Comas, 1981, 1993 y 2007.					
Distrito	Superficie territorial		Densidad poblacional Habitante/Km ²		
	Km2	%	1981	1993	2007
Comas	48.75	1.8	5 944,7	8 294,4	9 989,3

Fuente. Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI (Censo 2007).

4.1.3. Densidad de Espacios Verdes:

El distrito de Comas está ubicado en el extremo norte de la provincia, a unos 15 kilómetros del centro de Lima. Su altitud varía desde los 100 a 300 msnm por lo que se encuentra a mayor altitud de otros distritos de Lima Metropolitana. Limita al norte con el distrito de Carabaylo, al este con San Juan de Lurigancho, al sur con Independencia y al oeste con Los Olivos y Puente Piedra. Tiene una población de 486977 habitantes, una densidad poblacional de 9989 hab/km² con respecto a su extensión que es de 48.72 km². Políticamente Comas es una unidad jurisdiccional, dividida en 13 zonas administrativas y una de tratamiento especial.

Constituye un problema del distrito, la habilitación y la gestión de las áreas verdes urbanas. Se estimaba un déficit no menor al 50% del área normativa, que equivale a 76ha. Las áreas más deficientes se encuentran en la zona de ladera media y alta, que son las que han seguido procesos absolutamente informales. Así tenemos que relativamente las zonas mejor servidas se encuentran las zonales: 6, 7 y 10 por tener un total de áreas destinadas para parques: de 16.90ha, 11.127ha y 10.78ha respectivamente, y las que tienen mayores déficit son las zonales: 3, 2, 5, y la 12 pues tienen 1.11; 2.16; 2.16 y 3.6ha respectivamente destinadas para parques (ver Cuadro 11).

Cuadro 11 Áreas verdes urbanas de parques habilitadas y por habilitar			
	Área de Parques Habilitados (ha).	Área de Parques por Habilitar (ha).	Total (ha).
ZONAL 1	5.99	2.85	8.84
ZONAL 2	3.13	0.49	3.63
ZONAL 3	0.46	0.65	1.11
ZONAL 4	5.35	2.34	7.69
ZONAL 5	0.69	1.47	2.16
ZONAL 6	11.82	5.08	16.90
ZONAL 7	10.09	1.04	11.13
ZONAL 8	3.59	4.70	8.29
ZONAL 9	1.28	5.07	6.35
ZONAL 10	9.89	0.89	10.78
ZONAL 11	7.21	1.86	9.07
ZONAL 12	0.80	1.36	2.16
ZONAL 13	4.48	0.00	4.48
ZONAL 14	-	-	0.00
TOTAL	64.78	27.81	92.58

Fuente: Inventario de Áreas Verdes Urbanas .Dirección de Saneamiento Ambiental y Ecología. Municipalidad de comas 2002. Elaboración: IIFGMMCG-UNMSM PDUPC 2001.

En Comas en 20 años de habilitación urbana se han perdido más de 800ha de suelo agrícola, siendo la zonal 14 la única área en la que se

preservan todavía tierras productivas en el orden de 370ha, pero en peligro de desaparecer por la presión de urbanizadoras informales y la necesidad de algunos agricultores de encontrar nuevas y más rentables fuentes de ingresos.

4.1.4. Área per cápita verde del distrito de Comas

El área per cápita verde de una ciudad es un indicador del mantenimiento del equilibrio ecológico y de la mejora de la calidad de vida de la población urbana, no sólo por las oportunidades de recreación y esparcimiento que brinda a su comunidad, sino también por los beneficios ecológicos que los espacios verdes generan, como la captación de gases contaminantes, como el CO₂, la adsorción de partículas sólidas sedimentables en las hojas, la emisión de O₂ y la mejora del microclima a beneficio de la salud ambiental de la población.

Desde la fundación de Comas en 1961, no hay registros de gestión de espacio verdes urbanos, que fueran al ritmo del crecimiento urbano y poblacional. La cantidad de área verde urbana del distrito de Comas es de 553 418 m² por lo que se puede determinar que el porcentaje de área verde por habitante es de 1.14 m²/hab. (Inventario de Áreas Verdes a Nivel Metropolitano, Instituto Metropolitano de Planificación, Municipalidad Metropolitana de Lima, 2010), teniendo en cuenta que la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda 9m²/habitante se afirma que existe un déficit de espacios verdes en el distrito de 7.86m²/habitante, ocasionando un deterioro ambiental del entorno urbano y de la calidad ambiental del distrito con afectaciones directas a la salud de la población comeña.

4.1.5. Análisis de la Percepción de Población

La presente investigación describe la situación de la gestión de las áreas verdes urbanas utilizando como instrumento de medida la

opinión de la población a través de una encuesta realizada al azar en las catorce zonales, el tamaño de la muestra es de 446 personas, la misma que se determinó en base a la fórmula estadística para poblaciones finitas.

En base al instrumento aplicado a la población podemos establecer que:

El 99.3% de la población encuestada considera que las áreas verdes son importantes para su distrito, mientras que el 0.7% no lo considera así. De éstas el 43.7% considera que la importancia de las áreas verdes radica en su contribución a controlar la contaminación ambiental, 41.5% a que liberan O₂, 9.9% como áreas recreativas, y 4.9% cumplen su función como parte del ornato.

Es así que a un 96.2% le gustaría que hubieran más áreas verdes en su urbanización, el 2.2% no opina, y un 1.6% manifiesta que no desearía más áreas verdes.

La percepción de la población sobre la presencia de las áreas verdes en su entorno es deficiente ya que 65.7% considera que no hay suficientes, mientras que 26.9% considera que si, y un 7.3% manifiesta no saber del tema.

Se trato de evaluar la satisfacción de la población con la gestión de los espacios verdes urbanos y se averiguo que el 70.4% de la población muestreada también visita áreas verdes de otros distritos, frente a un 29.6% que no lo hace. Del 70.4%, 27.8% lo hace porque éstas áreas verdes tienen un mejor mantenimiento, el 15.5% por el tamaño; el 15.2% por las instalaciones; mientras que un 14.6% porque queda cerca de su centro de trabajo, sólo el 8.5% respondió que la razón es que no existen suficiente áreas verdes en Comas.

Con respecto a la gestión de las áreas verdes por parte del municipio de Comas 53.0% de la población muestra considera que es regular, 19.4% que es malo, 17.4% que es bueno, 5.3% no sabe, y 4.9% que es excelente.

63.9% afirmó que es el municipio el que se hace cargo del mantenimiento de las áreas verdes en su urbanización, un 13.8% manifiesta que lo hace la junta vecinal, 21.8% no sabe, y un 0.4% responde que lo hace el municipio junto con la junta vecinal.

No obstante un 78.6% de la población muestra afirmó que visita áreas verdes recreativas de su distrito, frente a un 21.4% que niega hacerlo. El tiempo que dedican a disfrutar en estas zonas es principalmente los fines de semana como lo manifestó el 33.1% de los encuestados, mientras que un 23.5% lo hace una vez por semana.

También se tuvo en cuenta la distancia que debe recorrer el poblador para llegar a estas zonas y encontramos que el 26.1% recorre menos de dos cuadras para llegar a un área verde recreativa, 23.8% más de diez cuadras, 20.3% hasta cuatro cuadras, 18.7% hasta siete cuadras, y 11.1% hasta diez cuadras. Sin embargo un 69.9% preferiría encontrar áreas verdes recreativas a menos de dos cuadras de su hogar.

Se necesitaba conocer el concepto de calidad ambiental que maneja la población muestra, así para un 50.8% tiene que ver con un ambiente seguro, limpio, saludable, sin contaminación; para el 24.5% tiene que ver con áreas verdes, para el 9.6% es la conservación de los recursos naturales del distrito; para el 8.0% es un buen manejo del ambiente urbano del distrito; para el 7.1% se refiere al cumplimiento de normas ambientales.

Al relacionar gestión de las áreas verdes con el concepto de calidad ambiental se obtuvo que un 89.1% considera que ambas variables

tienen una relación directa mientras un 2.9% considera que no, y un 8.0% no sabe.

Con respecto a la gestión de la Municipalidad del Distrito de Comas, Lima, Perú, se sabe que existe una Sub Gerencia de Áreas Verdes y Control del Medio Ambiente, a cargo del Lic. Leoncio Sicha Punil, quién inició su gestión el 03 de Enero del 2012. La Sub Gerencia de Áreas Verdes y Control del Medio Ambiente, a cargo de la Gerencia de Servicios a la Ciudad del distrito de Comas está organizada de la siguiente manera, ver Figura 16:

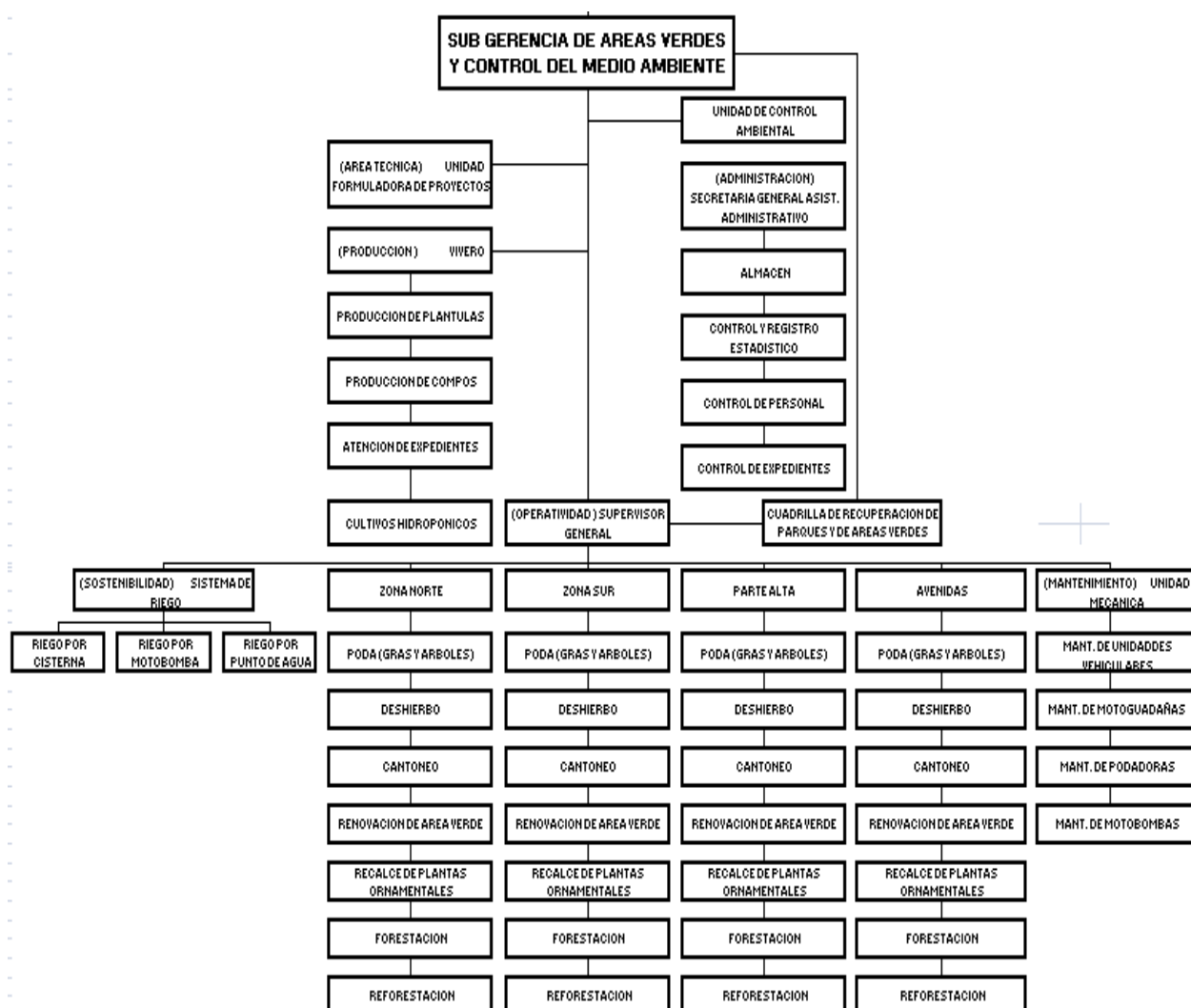


Figura 16 Organigrama de la Subgerencia de Áreas Verdes y Control del Medio Ambiente. Municipalidad de Comas 2012.

Por parte de los encargados de la gestión Áreas Verdes y Control del Medio Ambiente los problemas son por el insuficiente presupuesto y la disponibilidad de agua. No obstante mantiene viveros con el fin de producir plantones forestales y herbáceas para el mantenimiento, forestación y recuperación de las áreas verdes del distrito, como el ubicado en la Av. Sangarara y el vivero de Sinchi Roca, que es un convenio entre SERPAR – LIMA y la MUNICIPALIDAD DE COMAS, no existen en la actualidad programas de trabajo en áreas verdes que realiza con MANCOMUNIDAD Lima Norte.

4.2. Pruebas de hipótesis

4.2.1. Prueba de proporción de una muestra

La prueba de hipótesis se utiliza para sacar conclusiones a partir de los resultados de una muestra. Para plantear un problema de prueba de hipótesis debemos de determinar dos hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): Es la hipótesis que debemos cuestionar a no ser que los datos demuestren lo contrario.

Hipótesis alternativa (H_1): Es la hipótesis que refleja la situación contraria a la hipótesis nula y que por lo general es la posición de la investigadora. Para rechazar H_0 frente a H_1 debe haber una fuerte evidencia estadística, a partir de los datos de la muestra.

Cuando trabajamos con el método del prueba de hipótesis se puede tomar cuatro decisiones posibles de las cuales dos son decisiones erráticas (conlleven a error):

	Rechazar H_0	Aceptar H_0
H_0 verdadera	Error de tipo I α	Decisión correcta $1 - \beta$
H_0 falsa	Decisión correcta $1 - \alpha$	Error de tipo II β

Se definen como:

Nivel de significación del contraste: $\alpha = P$ (Error de tipo I) = P (Rechazar H_0 / H_0 verdadera); y

Potencia de la prueba: $1 - \beta$, capacidad de la prueba de rechazar H_0 falsa. Siendo $\beta = P$ (Error de tipo II) = P (No rechazar H_0 / H_0 falsa).

Lo ideal sería minimizar α y β . Pero esto no puede hacerse simultáneamente pues si se varía el criterio de rechazo para disminuir α entonces β aumenta, y viceversa. La única forma de disminuir ambos a la vez es incrementar el tamaño de la muestra.

En general, por el carácter conservador de la metodología del contraste de hipótesis, se fija un nivel de significación α que asegure un error de tipo I. De entre los contrastes con un mismo nivel de significación, será preferible el contraste con mayor potencia de la prueba.

En la metodología de contraste podemos distinguir las siguientes etapas:

- i) Planteamiento: se definen las hipótesis H_0 y H_1 .
- ii) Elegir un **estadístico de prueba** como medida de discrepancia entre los datos muestrales y la hipótesis H_0 , comprobando que se cumplen las condiciones necesarias.
- iii) Determinar el criterio para rechazar o no H_0 .

iv) Calcular el valor que toma el **estadístico de prueba** a partir de los datos de la muestra y aplicar el criterio de decisión.

Cuando el objetivo del muestreo es evaluar la validez de una afirmación con respecto a la proporción de una población π , es adecuado utilizar una prueba de una muestra. La metodología de prueba depende de si el número de observaciones de la muestra es grande o pequeño.

De este modo, los valores de los estadísticos de prueba miden la desviación de un valor estadístico de muestra a partir de un valor propuesto, y se basan en la distribución normal estándar para valores críticos.

En ese sentido, se define como X a una variable de población bajo estudio que tiene dos valores posibles, la misma que está definida como:

$$X = \begin{cases} 1 & \text{Si cumple con la condicion} \\ 0 & \text{No cumple con la condicion} \end{cases}$$

De este modo, para los valores de los elementos de la población, esto es $X_i \forall i = 1, \dots, N$, siendo N el tamaño de la población, se puede calcular de la proporción de la población:

$$\pi = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N} = \frac{K}{N}$$

Entendiéndose que K es el número de casos favorables de X , variable de población bajo estudio.

Si se toma una muestra de n observaciones de la población y se mide dicha característica X , es decir se tiene x_i se puede calcular la proporción de la muestra:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{k}{n}$$

Entendiéndose que k es el número de casos favorables de la variable X , en la muestra de tamaño n .

En esta prueba es necesario el cálculo del valor del estadístico de prueba:

$$Z_c = \frac{p - \pi_0}{\sqrt{\frac{\pi_0(1 - \pi_0)}{n}}}$$

siendo:

p La proporción de la muestra

π_0 Valor propuesto de la proporción de la población

n Tamaño de la muestra

Luego las hipótesis que se pueden plantear así como sus reglas para el contraste serían las siguientes:

Cola	Hipótesis	Valor Crítico	Regla para rechazar H_0
Cola Izquierda	$H_0: \pi = \pi_0$ $H_1: \pi < \pi_0$	Z_α	$Z_c < Z_\alpha$
Cola Derecha	$H_0: \pi = \pi_0$ $H_1: \pi > \pi_0$	$Z_{1-\alpha}$	$Z_c > Z_{1-\alpha}$
Cola Bilateral	$H_0: \pi = \pi_0$ $H_1: \pi \neq \pi_0$	$Z_{1-\alpha/2}$	$ Z_c > Z_{1-\alpha/2}$

Respecto a las reglas para rechazar H_0 , el software estadístico como el MINITAB usa la probabilidad de que H_0 sea verdadera denominada P_{value} , la misma que se puede calcular de la siguiente forma:

Cola Izquierda	$P_{\text{value}} = P\left(Z < \frac{p - \pi_0}{\sqrt{\pi_0(1 - \pi_0)/n}}\right)$
Cola Derecha	$P_{\text{value}} = P\left(Z > \frac{p - \pi_0}{\sqrt{\pi_0(1 - \pi_0)/n}}\right)$
Cola Bilateral	$P_{\text{value}} = P\left(Z < \frac{p - \pi_0}{\sqrt{\pi_0(1 - \pi_0)/n}}\right) + P\left(Z > \frac{p - \pi_0}{\sqrt{\pi_0(1 - \pi_0)/n}}\right)$

Luego H_0 se puede rechazar si $P_{\text{value}} > \alpha$.

4.2.2. Prueba de Hipótesis

Característica a medir

X: ¿Considera usted que la gestión de las áreas verdes está relacionada con la calidad ambiental?

Respuesta Favorable: $k = 400$ personas consideran que si

Tamaño de muestra: $n = 449$ entrevistados

Proporción de la muestra: $p = 0,890869$

Hipótesis 1

H_0 : No más del 80% de la población considera que la gestión de las áreas verdes está relacionada con la calidad ambiental del distrito de Comas.

$H_0 \quad \pi = 0,80$

H_1 : Más del 80% de la población considera que la gestión de las áreas verdes está relacionada con la calidad ambiental del distrito de Comas.

$$H_1 \quad \pi > 0,80$$

Nivel de Significación: $\alpha = 0,05$

Estadístico de Prueba: $Z_c = 4,81$

Valor Crítico: $Z_{1-\alpha} = Z_{0,95} = 1,64485$

$P_{\text{value}} = 0,000$

Decisión: H_0 se rechaza

Conclusión: Más del 80% de la población considera que la gestión de las áreas verdes está relacionada con la calidad ambiental del distrito de Comas.

REPORTE MINITAB

Test and CI for One Proportion

Test of $p = 0,8$ vs $p > 0,8$

			95% Lower			
Sample	X	N	Sample p	Bound	Z-Value	P-Value
1	400	449	0,890869	0,866665	4,81	0,000

Usando la aproximación normal.

Hipótesis 2

Característica a medir

X: ¿Por qué son importantes para usted las áreas verdes en su distrito?

Respuesta Favorable: $k = 195$ personas respondieron que contribuyen a controlar la contaminación ambiental

Tamaño de muestra: $n = 449$ entrevistados

Proporción de la muestra: $p = 0,434298$

Hipótesis

H_0 : Al Menos 40% de la población considera que las áreas verdes en el distrito de Comas son importantes porque contribuyen a controlar la contaminación ambiental.

$$H_0 \quad \pi = 0,40$$

H_1 : Menos del 40% de la población considera que las áreas verdes en el distrito de Comas son importantes porque contribuyen a controlar la contaminación ambiental

$$H_1 \quad \pi < 0,40$$

Nivel de Significación: $\alpha = 0,05$

Estadístico de Prueba: $Z_c = 1,48$

Valor Crítico: $Z_{1-\alpha} = Z_{0,95} = 1,64485$

$$P_{\text{value}} = 0,931$$

Decisión: H_0 se acepta

Conclusión: Al Menos 40% de la población considera que las áreas verdes en el distrito de Comas son importantes porque contribuyen a controlar la contaminación ambiental.

REPORTE MINITAB

Test and CI for One Proportion

Test of $p = 0,4$ vs $p < 0,4$

Sample	X	N	95% Upper		Z-Value	P-Value
			Sample p	Bound		
1	195	449	0,434298	0,472775	1,48	0,931

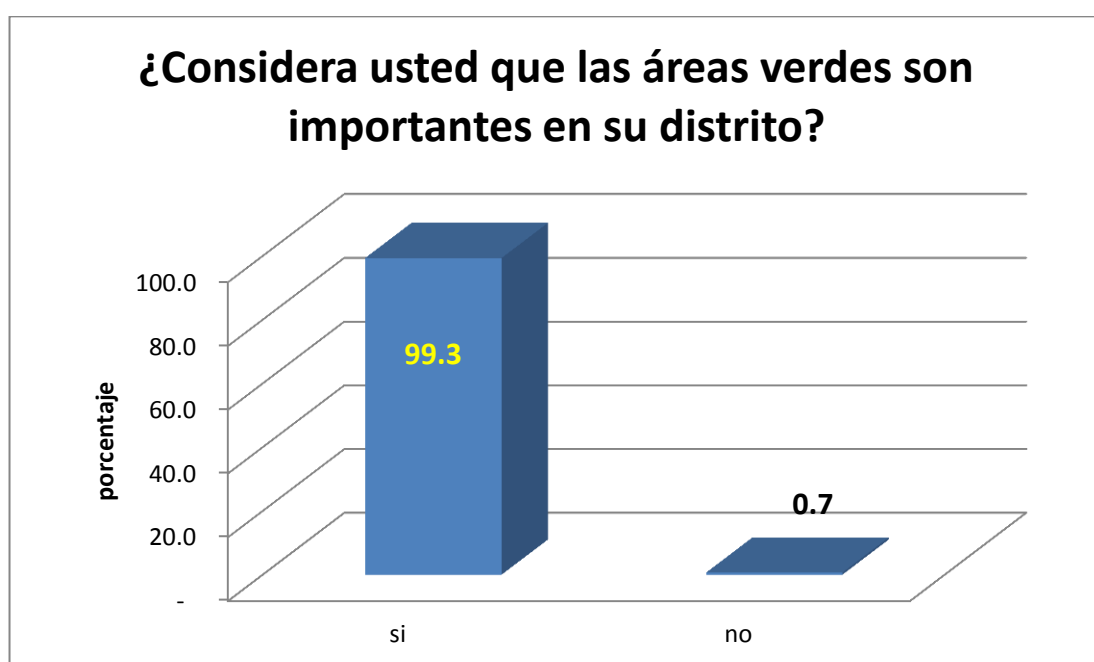
Usando la aproximación normal.

4.3. Presentación de resultados

Se presenta el resultado de las encuestas.

1. ¿Considera usted que las áreas verdes son importantes en su distrito?

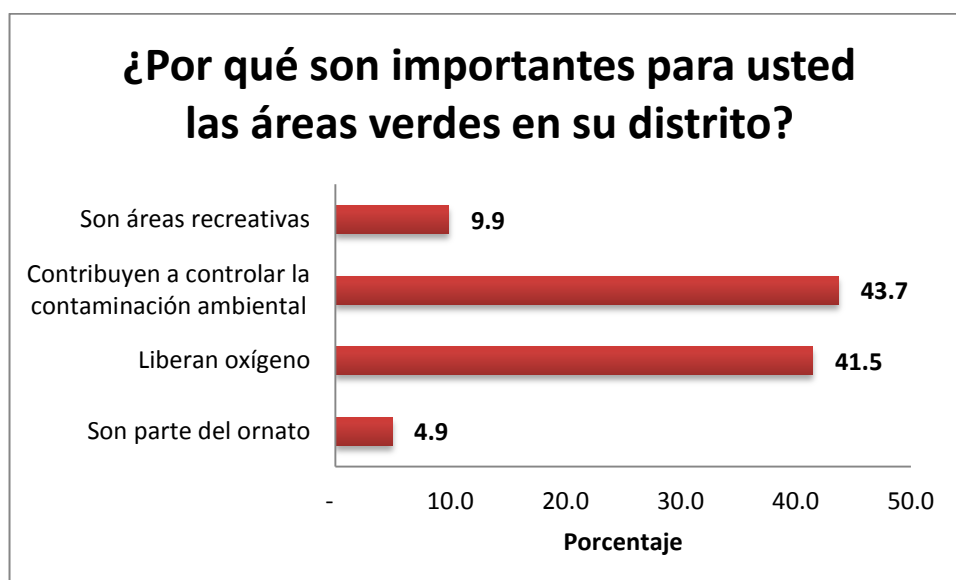
El 99.3% de la población encuestada consideró que las áreas verdes urbanas si son importantes para el desarrollo del distrito, el 0.7% no, debido a que manifestó tener problemas con el abastecimiento de agua.



2. ¿Por qué son importantes para usted las áreas verdes en su distrito?

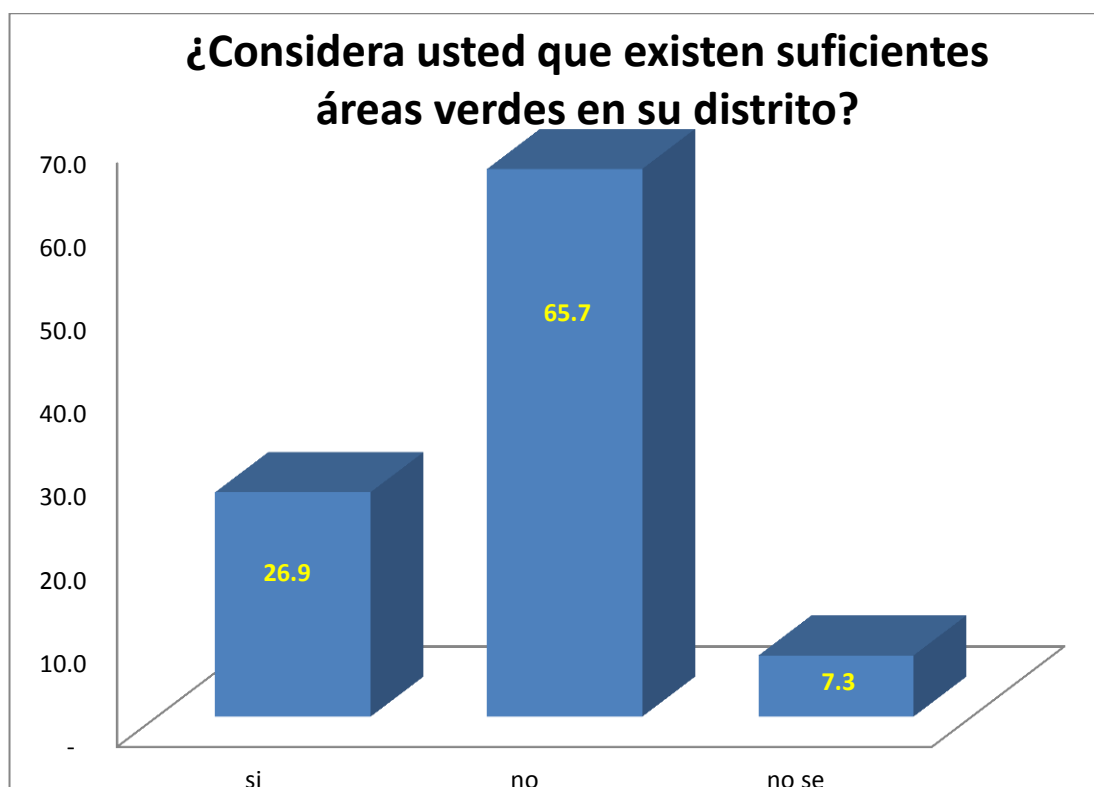
El 43.7% les atribuyen a las plantas la función de controlar la contaminación ambiental, el 41.5% les da como principal función la

liberación de oxígeno, para el 9.9% son áreas recreativas, y un 4.9% las consideran como parte del ornato de una ciudad.



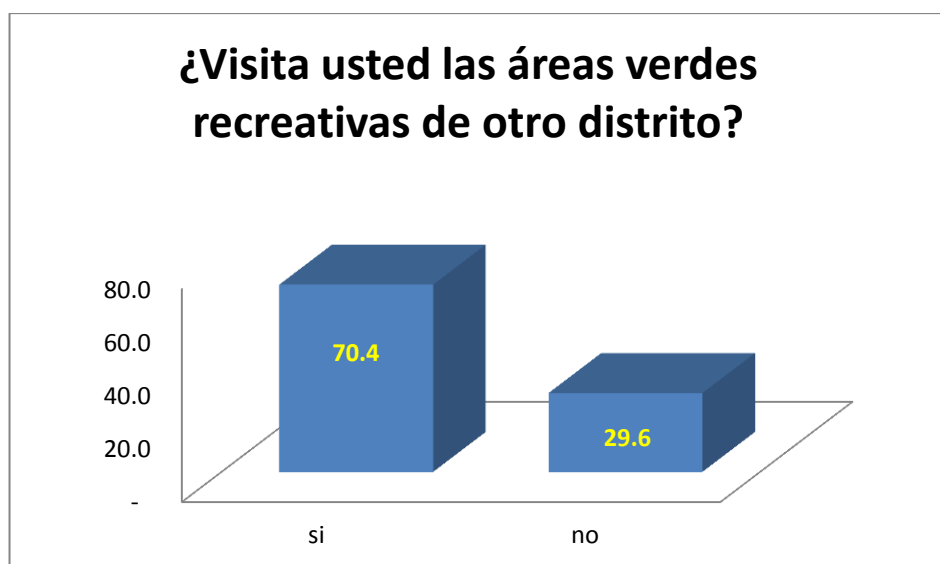
3. ¿Considera usted que existen suficientes áreas verdes en su distrito?

El 67.5% dijo que no, el 26.9% que si, y el 7.3% no manifiesta interés por establecer una diferencia.



4. ¿Visita usted las áreas verdes recreativas de otro distrito?

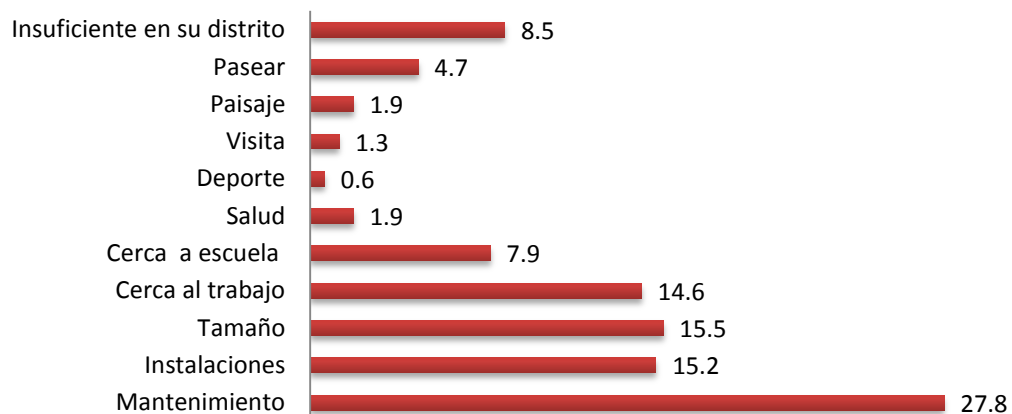
El 70.4% de la población encuestada manifiesta que visita las áreas verdes recreativas de otro distrito frente a un 29.6% que afirma que no lo hace.



5. ¿Por qué visita las áreas verdes recreativas de otro distrito?

El 27.8% considera que e otros distritos hay mejor manejo de las áreas verdes, el 15.5% visita otros distritos por el tamaño de las áreas verdes, el 15.2% por las instalaciones, el 14.6% porque está cerca de su trabajo, el 8.5% porque manifiesta que en su distrito no hay suficientes áreas verdes; el 7.9% porque está cerca de la escuela de sus niños, el 4.7% porque aprovechan en pasear con la familia y/o amigos, el 1.9% por el paisaje y otro porcentaje igual por salud, el 1.3% aprovecha en visitar a familiares y/o amistades, y el 0.6% para practicar algún deporte ya que no todos los parques tienen las instalaciones que necesitan.

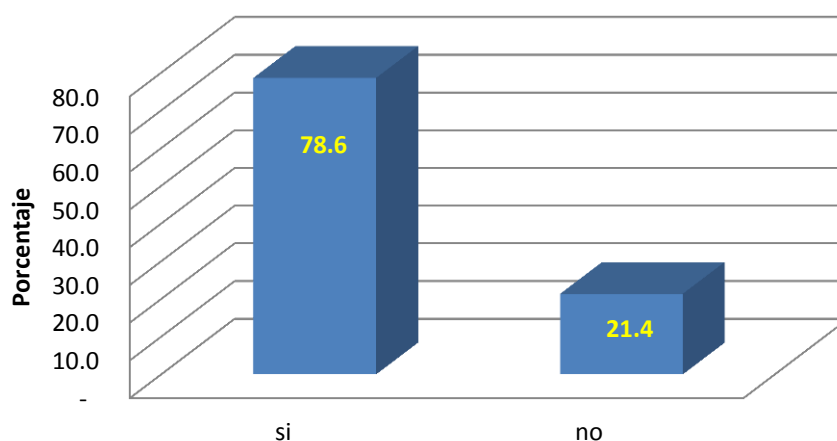
¿Por qué visita las áreas verdes recreativas de otro distrito?



6. ¿Visita usted las áreas verdes recreativas en su urbanización?

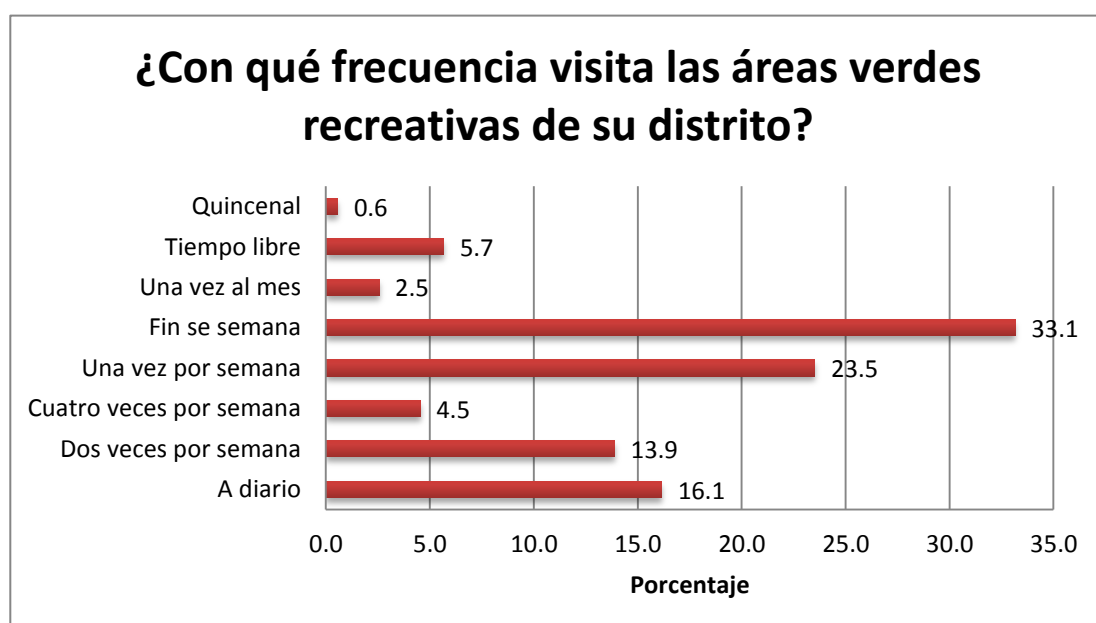
El 78.6% manifestó que si, mientras el 21.4% respondió que no visita las áreas verdes de su urbanización.

¿Visita usted las áreas verdes recreativas en su urbanización?



7. ¿Con qué frecuencia visita las áreas verdes recreativas de su distrito?

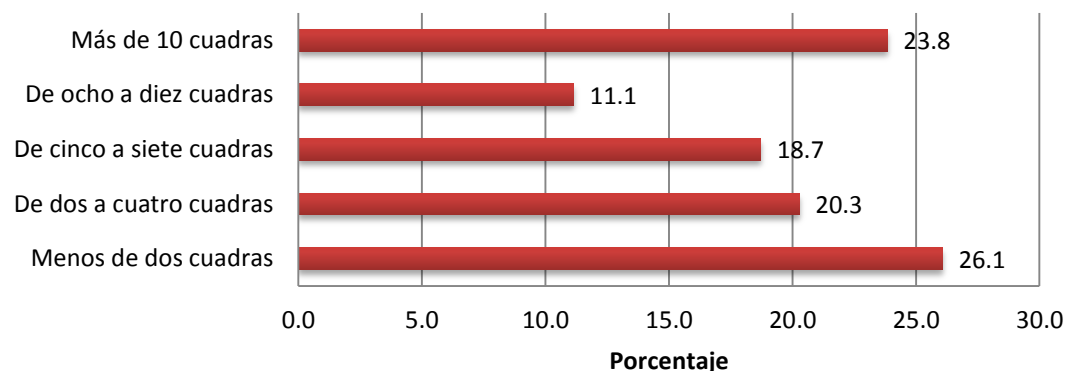
El 33.1% manifiesta que visita áreas verdes recreativas los fines de semana, el 23.5% lo hace una vez por semana, el 16.1% realiza vistas diarias, el 13.9% dos veces por semana, el 5.7% sólo realiza visitas en su tiempo libre, el 4.5% lo hace cuatro veces por semana, el 2.5% realiza vistas sólo una vez al mes, y el 0.6% cada quince días.



8. ¿Qué distancia hay desde el lugar donde vive hasta el área recreativa más cercana en su distrito?

El 26.1% indica que a menos de dos cuadras, el 20.3% de dos hasta cuatro cuadras, el 18.7% de cinco hasta siete cuadras, el 11.1% de ocho hasta diez cuadras, y el 23.8% manifiesta que encuentra áreas recreativas a partir de diez cuadras del lugar donde vive.

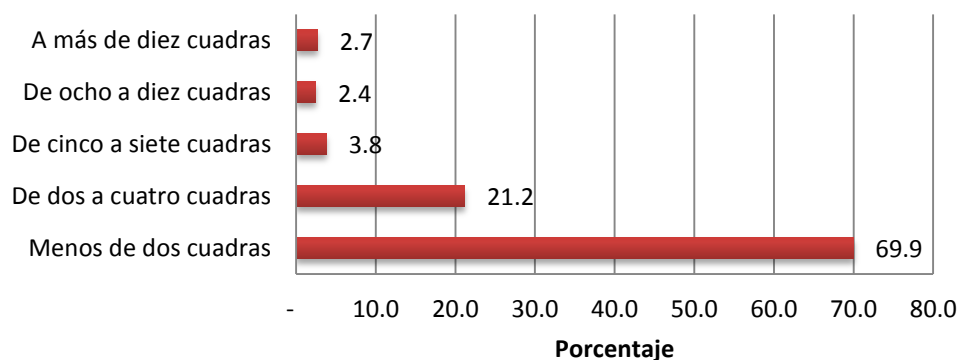
¿Qué distancia hay desde el lugar donde vive hasta el área verde recreativa más cercana en su distrito?



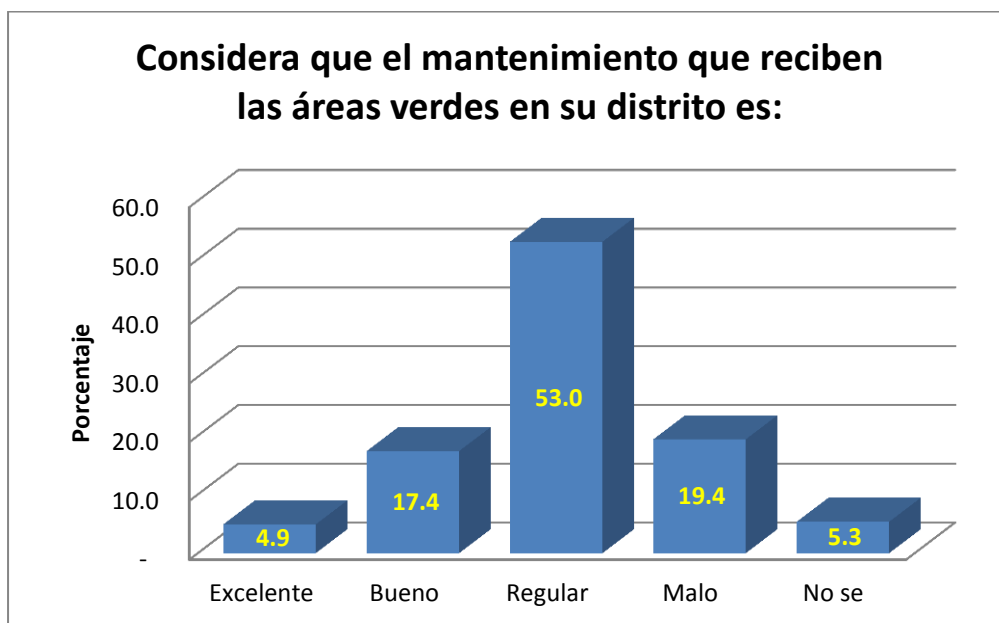
9. ¿A qué distancia preferiría que estuvieran las áreas verdes recreativas del lugar donde vive?

Un 69.9% desearía encontrar áreas verdes recreativas a menos de dos cuadras de sus hogares, un 21.2% entre dos a cuatro cuadras, el 3.8% de cinco a siete cuadras, el 2.4% de ocho a diez cuadras, y el 2.7% a más de diez cuadras.

¿A qué distancia preferiría que estuvieran las áreas verdes recreativas del lugar donde vive?

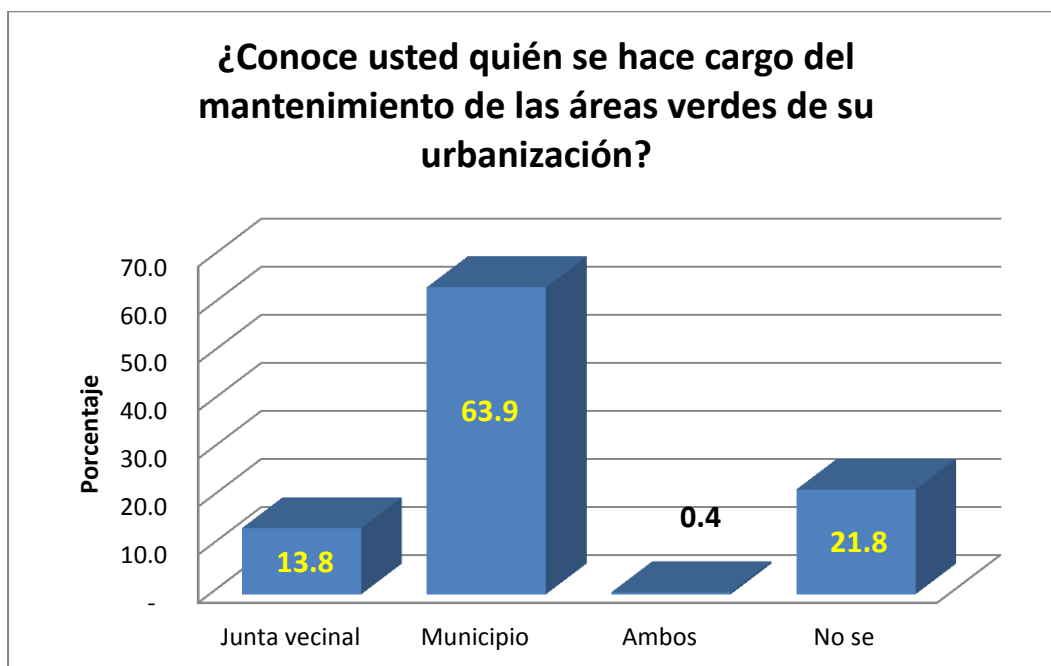


10. Con respecto al mantenimiento de las áreas verdes de Comas, un 53.0% dijo que es regular, el 19.4% que es malo, el 17.4% que es bueno 4.9% que es excelente y el 5.3% no se muestra interesado en el tema.



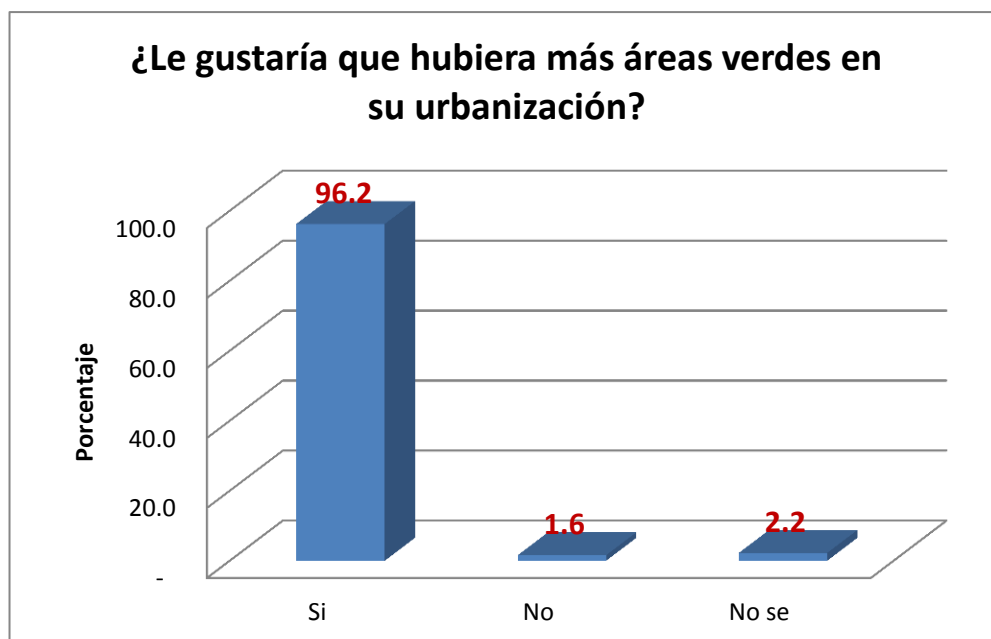
11. ¿Conoce usted quién se hace cargo del mantenimiento de las áreas verdes de su urbanización?

El 63.9% manifiesta que el mantenimiento está a cargo de la municipalidad, el 13.8% la junta vecinal, el 0.4% de los entrevistados manifiesta que tanto el municipio como la junta vecinal, y el 21.8% no sabe.



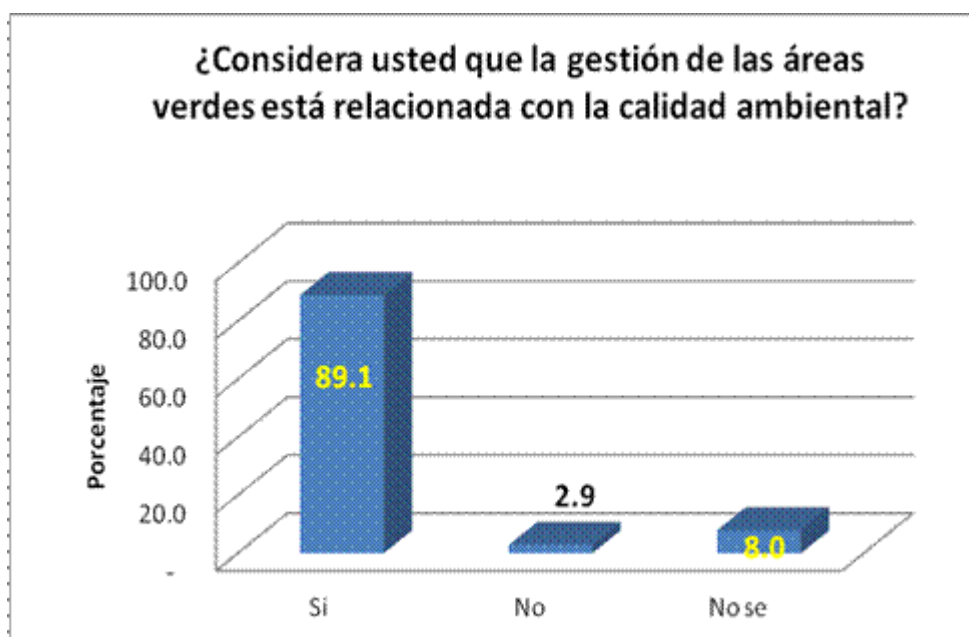
12. ¿Le gustaría que hubiera más áreas verdes en su urbanización?

Frente a esta interrogante el 96.2% dijo que si, el 1.6% dijo que no, y el 2.2% es indiferente a este tema.



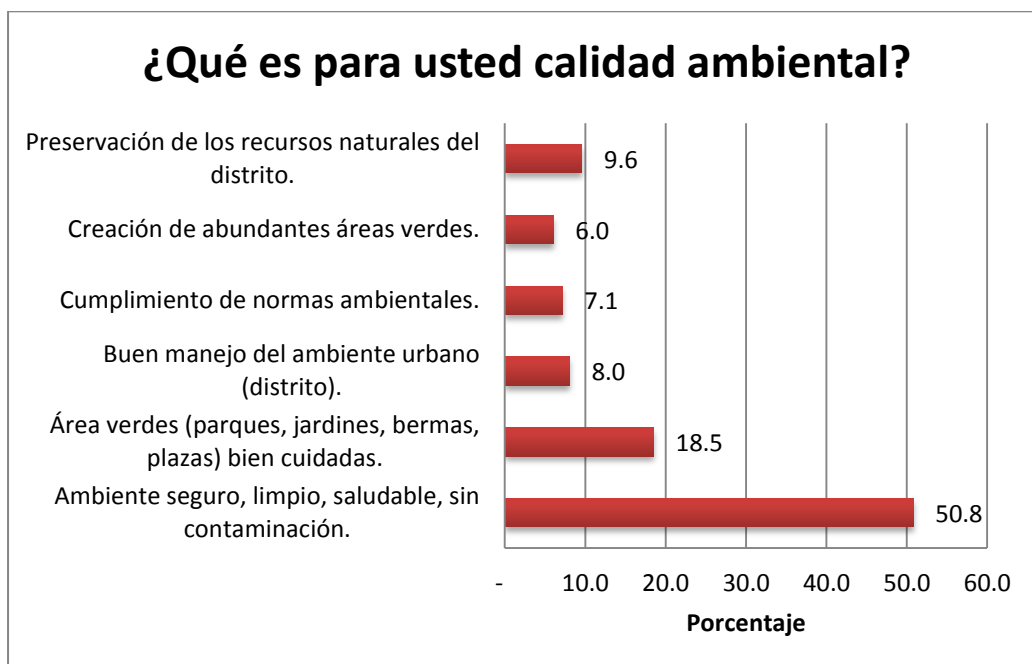
13. ¿Considera usted que la gestión de las áreas verdes está relacionada con la calidad ambiental?

El 89.1% considera que si, 2,9% considera que no, y el 8.0% manifiesta no saber.



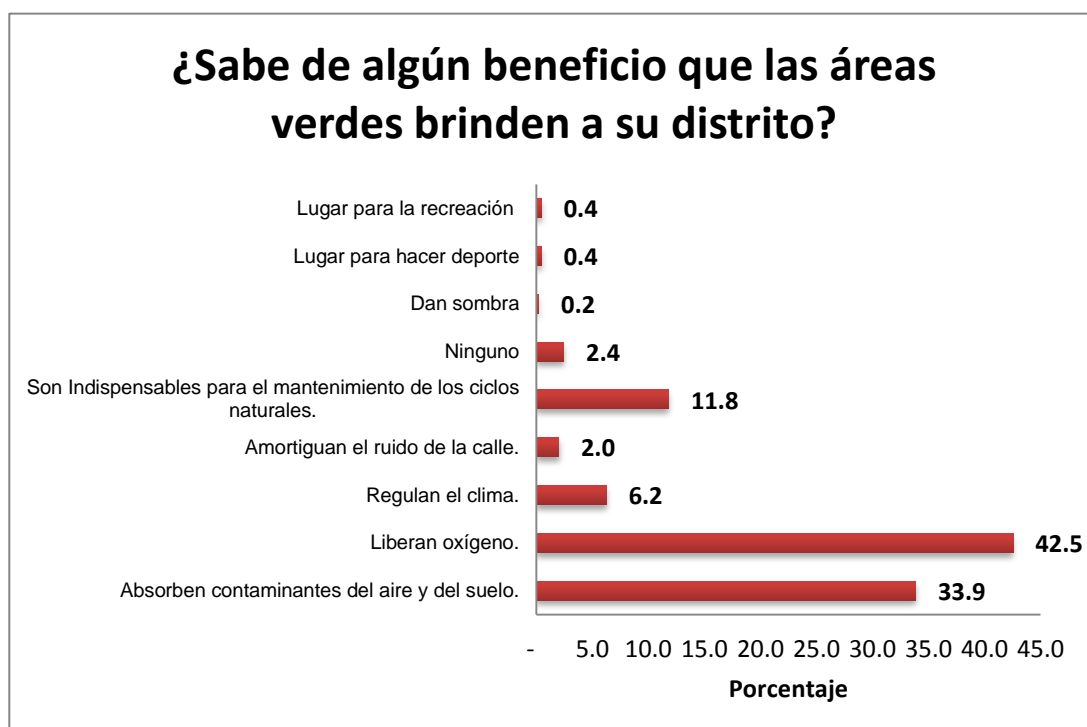
14. ¿Qué es para usted calidad ambiental?

Para el 50.8% se refiere al ambiente seguro, limpio, saludable, y sin contaminación; para el 18.5% está relacionado con áreas verdes bien gestionadas, para el 9.6% está relacionada con la preservación de los recursos naturales, para el 8% está en relación al buen manejo del ambiente urbano, para el 7.1% es el cumplimiento de las normas ambientales, para el 6.0% está en relación con la creación de abundantes áreas verdes.



15. ¿Sabe de algún beneficio que las áreas verdes brinden a su distrito?

Para el 42.5% el beneficio que brindan es liberar el oxígeno, para el 33.9% el beneficio que brindan es la absorción de contaminantes del aire y del suelo, el 11.8% considera que son indispensables para el mantenimiento de los ciclos naturales, para el 6.2% son importantes porque regulan el clima, para 2.0% son importantes porque amortiguan el ruido, para 0.4% es un lugar para la recreación y para otro porcentaje igual es un lugar para hacer ejercicios, mientras que para un 0.2% sólo sirven para dar sombra, así mismo para un 2.4% no brindan ningún beneficio.



CAPÍTULO 5: IMPACTOS

5.1. Propuestas para la solución del problema

En definitiva debe llevarse a cabo un programa de recuperación de áreas verdes, pero no sería un trabajo sostenible si es que no se lleva a cabo un programa integral, entre gobierno, municipio, y población, para lograr una eficiente gestión del ecosistema urbano, para ello hay experiencias exitosas en otros países y municipios con situaciones de deterioro similares y han optado por procesos de restauración ecológica¹⁶, lo cual no consiste en considerar la

¹⁶ Una experiencia desarrollada en el marco del PROYECTO J-084 – CONABIO Árboles y Arbustos Nativos Potencialmente Valiosos para la Restauración Ecológica y la Reforestación Carlos Vázquez Yanes, Ana Irene Batis Muñoz, María Isabel Alcocer Silva, Martha Gual Díaz y Cristina Sánchez Dirzo. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Apdo. Postal 70-275, Ciudad Universitaria, 04510 México D. F., México.

restauración como un regreso a las condiciones preexistentes en las comunidades naturales originales de cada área, ni buscar cierta estabilidad sin necesidad de manejo posterior adecuado. En este caso la restauración ecológica estaría dirigida a tratar de recuperar las principales funciones ambientales del ecosistema urbano original, que permitan mantener la estabilidad de los ciclos biogeoquímicos, aunque parte de la diversidad se haya perdido. La restauración del ecosistema urbano busca desarrollar un paisaje atractivo y salubre para reemplazar otro que no lo es; por ejemplo, un relleno sanitario.

Los niveles de destrucción de la cubierta vegetal, del suelo fértil y de la capacidad de regeneración de la vegetación urbana marcarán la pauta del origen y las características biológicas de las especies que podrán usarse en cada localidad. Los lugares con un nivel de deterioro relativamente leve podrían conservar los mecanismos naturales de regeneración o cicatrización como la presencia de un banco semillas y estructuras vegetativas vivas, lluvia de semillas y un suelo fértil. Un nivel de deterioro mayor podría requerir de manipulaciones que incluyen el mejoramiento ambiental del sitio mediante el uso de especies de plantas mejoradoras, combinada con la reactivación de la lluvia de semillas procedentes de zonas conservadas cercanas a través de medios biológicos. Finalmente, en áreas muy alteradas o en las que se presenta una invasión natural o inducida de especies de plantas foráneas se podría requerir de acciones como: eliminación de la vegetación invasora, mejoramiento ambiental del sitio por medio de especies vegetales locales o introducidas, adecuadas para el fin buscado, e incluso puede requerirse cambios utilizando técnicas de ingeniería del paisaje para mejorar las condiciones de establecimiento de las plantas que se utilicen en la reforestación.

Los programas exitosos de plantación de árboles deben hacer previsiones para la plantación y cuidados subsecuentes de los

árboles. Los planes varían en complejidad y comprensibilidad, y pueden ser para arreglar un solo sitio, una comunidad entera o grupos de comunidades. Cada plan debe considerar el ambiente local físico y social y desarrollar estrategias dentro del plan para optimizar las necesidades del sitio, con los beneficios específicos deseados de los árboles. Los planes para programas comunitarios extensos de plantación de árboles tienen un amplio enfoque, y deberían incluir:

- ❖ propósito del programa de plantación de árboles;
- ❖ visión futura del programa (cómo se verá el último programa y qué beneficios serán recibidos);
- ❖ metas del programa;
- ❖ priorización de las áreas a ser plantadas y calendario de mantenimiento;
- ❖ responsabilidades de la plantación y mantenimiento de los árboles;
- ❖ fuentes potenciales de financiamiento, y
- ❖ participación comunitaria.

El diseño de la plantación para un sitio específico debería tener un croquis a escala del sitio, que incluya:

- ❖ ubicación de los árboles a ser plantados, las especies y el tamaño de los árboles a su madurez;
- ❖ ubicación de instalaciones aéreas y del subsuelo;
- ❖ ubicación de vegetación y estructuras existentes;
- ❖ información sobre suelo y drenaje (si es posible);
- ❖ usos de las propiedades adyacentes;
- ❖ posibles usos futuros de los sitios (especialmente si pudieran entrar en conflicto con el crecimiento de los árboles), y
- ❖ exposición al sol y viento.

Estos detalles específicos ayudarán a asegurar la sobrevivencia de los árboles, minimizar los costos y evitar posibles conflictos.

Con los resultados obtenidos en este trabajo de investigación, se puede asumir que una herramienta valiosa para la gestión de áreas verdes incluye realizar un inventario del arbolado urbano ya que nos ofrece información valiosa y necesaria para su manejo, en cuanto a la existencia del recurso, la localización y el estado en que se encuentra el mismo, siendo el inventario la base para la creación e implementación de un programa de arboricultura urbana. Ya que este inventario de los árboles de las calles y parques de una comunidad proporcionará información confiable referente a las labores de mantenimiento de los árboles y contribuirá al manejo del bosque urbano. Así como también conocer la situación del suelo y la disponibilidad y costo del recurso agua.

En es sentido la Municipalidad de Lima presentó en Julio del 2012 el libro “Árboles de Lima” dentro de un programa de recuperación de las áreas verdes de Lima Metropolitana.

Ya que el estándar internacional es lograr nueve m² por habitante los programas deben apuntar a lograr que un distrito como Comas, con una población de 486 977 habitantes (INEI, 2007), con un promedio de dos metros cuadrados de área verde por habitante busque desarrollar 4 382 793 metros cuadrados de áreas verdes urbanas.

A continuación se propone las bases para la planificación, ejecución, y la posibilidad de la inversión para el desarrollo de las áreas verdes urbanas, y así contribuir a mejorar la calidad ambiental del desarrollo urbano.

5.1.1. Seleccionar las especies adecuadas de árboles

Seleccionar el árbol adecuado para el sitio adecuado, es crítico para el éxito de los programas de plantación. La selección de árboles adecuados empieza en la fase de diseño. Se debe seleccionar especies de árboles que sean tolerantes al clima, humedad, exposición y condiciones del suelo en el sitio y puedan optimizar los beneficios deseados del plan de plantación. Aunque alguna gente favorece la plantación de especies de árboles nativos de la región, algunas veces las especies nativas pueden no ser la opción más apropiada.

Muy frecuentemente los sitios urbanos han sido severamente alterados y no proporcionan las condiciones más adecuadas de crecimiento para muchas especies de árboles. La supervivencia de árboles urbanos está estrechamente relacionada con su rusticidad o capacidad inherente para aguantar la presión (Ware, 1994). Las condiciones de presión para la plantación de árboles incluyen sitios que no permiten humedad adecuada, condiciones del suelo o espacio para el crecimiento aéreo apropiado de los árboles. Además, para seleccionar árboles que se desarrollen bien en condiciones adversas, es importante escoger especies que cumplan con el uso deseado del sitio, tales como proveer sombra en un área de recreación, reducir el uso de energía en edificios u ocultar vistas desagradables.

Finalmente, al considerar el mantenimiento a largo plazo, la selección de especies resistentes, con pocos problemas de salud, que sean compatibles con las estructuras existentes y los usos del sitio, disminuirá la necesidad de mantenimiento y reemplazo de árboles. Una vez que las especies apropiadas de árboles son seleccionadas, es importante determinar la calidad deseada del material de viveros (semillas, plantas, propágulos). Las consideraciones de calidad varía con la ubicación del sitio y pueden ser diferentes para los árboles

seleccionados, para plantarlos en corredores de vegetación riparia, ocultar corredores de transportación vehicular pesada o arreglar edificios públicos y calles residenciales. Todos los árboles seleccionados del vivero deben mostrar evidencia de podas adecuadas, estar libres de heridas mal curadas en troncos y ramas, mostrar una forma adecuada a la especie, poseer un cepellón consistente y sano y estar libres de daños por insectos y enfermedades. En muchos casos, un árbol de "oferta" puede no ser ahorrador de dinero. Los árboles de calidad inferior pueden ser caros de mantener, de corta vida y no lograr las características deseadas de las especies.

5.1.2. Domesticación de árboles.

Ya se trate de restauración ecológica, reforestación o desarrollo de sistemas agrosilvopastoriles, la domesticación de especies vegetales es la primera etapa para lograr la recuperación de las áreas verdes urbanas.

- ❖ Adopción de plantas nativas o foráneas buscando en la flora disponible las plantas que puedan proporcionarnos el servicio deseado.
- ❖ Identificar y capturar el germoplasma disponible.
- ❖ Buscar fenotipos óptimos para el propósito establecido.
- ❖ Optimizar los métodos de propagación.
- ❖ Mejorar las cualidades valiosas

Las plantas valiosas para la restauración y la reforestación deberían presentar las siguientes cualidades.

- ❖ Ser de fácil propagación.
- ❖ Resistir condiciones limitantes, como baja fertilidad, sequía, suelos compactados, pH alto o bajo, salinidad, etcétera.

- ❖ Tener crecimiento rápido y buena producción de materia orgánica como hojarasca, de preferencia con una relación alta de C/N.
- ❖ Tener alguna utilidad adicional a su efecto restaurador; por ejemplo, producir leña, carbón, forraje nutritivo, vainas comestibles, madera o néctar.
- ❖ Nula tendencia a adquirir una propagación malezoide invasora, incontrolable.
- ❖ Presencia de nódulos fijadores de nitrógeno o micorrizas que compensen el bajo nivel de nitrógeno, fósforo y otros nutrientes en el suelo.
- ❖ Que tiendan a favorecer el restablecimiento de las poblaciones de elementos de la flora y fauna nativas, proporcionándoles un hábitat y alimento.

Con el tiempo los conglomerados de estas plantas pueden llegar a facilitar de forma natural el reciclaje de nutrientes, preservándose la fertilidad del suelo, y en general acercándose gradualmente a la manera cómo funcionan las comunidades naturales.

5.1.3. Mantenimiento

Un programa exitoso de plantación de árboles es juzgado no sólo por cómo se ven los árboles inmediatamente después de la plantación, sino qué tan bien sobrevivirán en su nuevo ambiente y qué tan bien cumple la plantación con las metas originales del programa. El mantenimiento apropiado de los árboles es la clave para su supervivencia y para hacer efectivos sus beneficios. Los programas exitosos tienen alguna manera de supervisar y evaluar la salud y longevidad de las plantaciones. La mayoría de los programas conducen inventarios periódicos de los árboles existentes y los recientemente plantados.

Estos inventarios son usados para calendarizar la remoción de árboles peligrosos y enfermos, para supervisar su salud, y evaluar la efectividad de los procedimientos rutinarios de mantenimiento. Además, los programas exitosos de plantación de árboles calendarizan el mantenimiento periódico de aquellos recientemente plantados y los maduros, incluyendo el riego (si la lluvia natural no es adecuada), abonado orgánico, fertilización y podas de ramas muertas o enfermas.

5.1.4. Participación comunitaria

Probablemente, el aspecto más esencial y supervisado de los programas exitosos de plantaciones de árboles es la participación de la comunidad. Los estudios han demostrado que los residentes municipales quienes plantaron árboles frente a sus hogares como resultado de un esfuerzo organizado por la comunidad, estaban más satisfechos con las especies, ubicación y resultados del proyecto de plantación, que los residentes que no participaron. Los residentes cuyos árboles fueron plantados por el fraccionador son los menos satisfechos con la plantación y a menudo no reciben ninguna información acerca del árbol o cómo cuidarlo (Sommer et al., 1994). La participación ciudadana en programas de plantación de árboles puede ocurrir de muchas maneras. Muchas organizaciones no lucrativas han capitalizado el amor de la gente a los árboles, creando oportunidades a los residentes para llegar a participar en la plantación y cuidado de los árboles.

El proyecto Tierras Abiertas en Chicago lleva un programa llamado Cuidadores de Árboles, diseñado para enseñar a los voluntarios como mantener árboles plantados en propiedad pública. Árboles para siempre, opera una red estatal de voluntarios que organizan programas de plantación en comunidades de todo el estado de Iowa. Muchas tierras subsidiadas de las universidades, han desarrollado

Asesores del Árbol Maestro a través de sus programas de Extensión Cooperativa para dar a los ciudadanos el conocimiento y habilidades para asistir a sus comunidades con entrenamiento en el cuidado de los árboles. Los programas forestales municipales están empezando a explorar la participación de ciudadanos para coleccionar datos durante sus inventarios periódicos de sanidad forestal.

Los programas de plantación de árboles a todos los niveles, ya sean ejecutados por el estado, provincia, gobiernos municipales o las organizaciones no lucrativas, han encontrado que muchos ciudadanos disfrutan participando en programas educativos sobre los árboles y su cuidado. Formar una ciudadanía bien informada y conocedora es crítico para cualquier programa de plantación de árboles. La gente disfruta aprendiendo acerca de los árboles y disfrutan aplicando ese conocimiento en su propio vecindario. Esta educación lleva a cuidar mejor los árboles en las residencias privadas así como en toda la ciudad. Además, es posible que los ciudadanos conocedores entiendan más los costos asociados con la plantación y cuidado de árboles y es más factible ser apoyo de los esfuerzos para obtener fondos y programas de árboles (Nowak, et al., 1997).

Asimismo se debe hacer un estudio de proyección de crecimiento poblacional para satisfacer a tiempo futuro las demandas de las mismas.

5.2. Costos de la implementación de la propuesta

Los costos por plántula de árboles oscilan de 40 a 50 soles.

Los costos por plántula de arbustos oscilan de 25 a 30 soles.

Riego

- A cargo de la municipalidad.
- Comité de vecinos.

Poda

- A cargo de la municipalidad.

Limpieza

- A cargo de la municipalidad.
- Comité de vecinos.

Fertilización del Suelo

- A cargo de la municipalidad.

Control de plagas

- A cargo de la municipalidad.

5.3. Beneficios que aporta la propuesta

La vegetación urbana puede mitigar muchos de los impactos ambientales del desarrollo urbano, entre ellos:

- atemperan el clima;
- conservan la energía, bióxido de carbono y agua;
- mejoran la calidad del aire;
- disminuyen la escorrentía pluvial y las inundaciones;
- reducen los niveles de ruido, y suministran el hábitat para la fauna silvestre.

En algunos casos, estos beneficios pueden ser parcialmente eliminados debido a los problemas provocados por la misma vegetación, tales como la producción de polen, emisiones de compuestos orgánicos volátiles que contribuyen a la formación de ozono, generación de basura y consumo de agua.

5.3.1. Atemperan el Clima

Modificaciones microclimáticas, los árboles influyen al clima en un rango de escalas, desde un árbol individual hasta un bosque urbano en la entera área metropolitana. Al transpirar agua, alterar las velocidades del viento, sombrear superficies y modificar el almacenamiento e intercambio de calor entre superficies urbanas, los árboles afectan el clima local y consecuentemente el uso de la energía en edificios, así como el confort térmico humano y la calidad del aire (Heisler et al., 1995).

Los árboles afectan la corriente del viento alterando su dirección y velocidad. Las copas densas de los árboles tienen un impacto significativo sobre el viento, el cual casi desaparece dentro de aquellas de pocos diámetros y colocadas en la misma dirección; pero la influencia de los árboles aislados es más inmediata. (Heisler et al., 1995).

Los árboles también tienen una dramática influencia en la radiación solar que llega. En efecto, estos pueden reducir la radiación solar en 90% o más (Heisler, 1986). Algo de la radiación absorbida por la cubierta arbórea lleva a la evaporación y transpiración de agua de las hojas. Esta evapotranspiración baja la temperatura de las hojas, de la vegetación y del aire.

5.3.2. Conservación de la energía y el bióxido de carbono.

Los árboles pueden reducir las necesidades de energía para calentar y enfriar edificios, sombreando edificios en el verano, reduciendo en esta estación las temperaturas del aire y bloqueando los vientos del invierno. Los efectos de conservación de la energía por los árboles varían según el clima de la región y la ubicación de los árboles alrededor del edificio. Los árboles arreglados que

ahorran energía, proporcionan sombra primariamente en paredes y techos orientados al este y oeste y en la dirección que protejan contra los vientos predominantes del invierno. El uso de energía en una casa con árboles, puede ser 20 ó 25% más bajo que en una casa similar en espacios abiertos (Heisler, 1986). Se ha estimado que, estableciendo 100 millones de árboles maduros alrededor de las residencias en los Estados Unidos, se podrían ahorrar dos billones de dólares, por la reducción en costos de energía (Akbari et al., 1988).

5.3.3. Remoción de contaminantes del aire

Los árboles remueven la contaminación de gases del aire, primariamente tomados a través de los estomas de las hojas, aunque algunos gases son removidos por la superficie de la planta (Smith, 1990). Una vez que están dentro de las hojas, los gases se difunden dentro los espacios intercelulares y pueden ser absorbidos por películas de agua para formar ácidos o reaccionar en las superficies internas de las hojas. Los árboles también eliminan contaminación interceptando partículas transportadas por el aire. Algunas partículas pueden ser absorbidas dentro del árbol (Ziegler, 1973; Rolfe, 1974), aunque la mayoría de las partículas interceptadas son retenidas en la superficie de la planta. Las partículas interceptadas, subsecuentemente pueden volver a estar suspendidas en la atmósfera, lavadas por la lluvia, o caer al suelo con las hojas y ramillas (Smith, 1990). Consecuentemente, la vegetación es a menudo solamente un sitio de retención temporal para las partículas atmosféricas.

Emisión de compuestos orgánicos volátiles. Algunos árboles emiten a la atmósfera compuestos orgánicos volátiles (COV), tales como el isopreno y monoterpenos. Estos compuestos son sustancias químicas naturales de las que se obtienen aceites esenciales,

resinas y otros productos de las plantas; pueden ser útiles en atraer polinizadores o repeler depredadores (Kramer y Kozlowski, 1979). Las emisiones de COV de los árboles varían con las especies, temperatura del aire y otros factores ambientales (v.g., Tingey et al., 1991; Guenther et al., 1994). Las emisiones de COV por los árboles pueden contribuir a la formación de O_3 (Brasseur y Chatfield, 1991). Sin embargo, las emisiones de COV son dependientes de la temperatura y los árboles generalmente reducen las temperaturas del aire; se cree que una cobertura arbórea aumentada reduce las emisiones globales de COV y, consecuentemente, los niveles de O_3 en las áreas urbanas (Cardelino y Chameides, 1990).

5.3.4. Hidrología urbana

Al interceptar y retener o disminuir el flujo de la precipitación pluvial que llega al suelo, los árboles urbanos (conjuntamente con los suelos) pueden jugar una importante función en los procesos hidrológicos urbanos. Pueden reducir la velocidad y volumen de la escorrentía de una tormenta, los daños por inundaciones, los costos de tratamiento de agua de lluvia y los problemas de calidad de agua.

5.3.5. Reducción de ruido

Pruebas de campo, han demostrado que las plantaciones de árboles y arbustos diseñadas apropiadamente pueden reducir de manera significativa el ruido. Las hojas y ramas reducen el sonido transmitido, principalmente dispersándolo, mientras el suelo lo absorbe (Aylor, 1972). Para la reducción óptima del ruido, los árboles y arbustos deberían ser plantados cerca del origen del ruido y no cerca del área receptora (Cook y van Haverbeke, 1971). Cinturones anchos (30 m) de árboles altos y densos, combinados con superficies suaves del suelo pueden reducir los sonidos aparentes en 50% o más (Cook, 1978). Para espacios de plantación

angostos (menos de tres metros de ancho) la reducción del ruido de tres a cinco decibeles, puede ser lograda con cinturones de vegetación densa, de una hilera de arbustos al lado del camino y una hilera de árboles atrás (Reethof y McDaniel, 1978). Plantaciones de amortiguamiento, en estas circunstancias, son más efectivas típicamente para ocultar vistas que para reducir el ruido. La vegetación también puede ocultar ruidos generando sus propios sonidos, por el viento que mueve las hojas de los árboles o los pájaros que cantan en la cubierta arbórea. Estos sonidos pueden hacer que los individuos estén menos conscientes de los ruidos ofensivos, porque la gente es capaz de filtrar los ruidos indeseables mientras se concentra en los sonidos más deseables y escuchará selectivamente los sonidos de la naturaleza más que los sonidos de la ciudad (Robinette, 1972). La percepción humana de los sonidos es también importante. Debido al bloqueo visual del origen del sonido, la vegetación puede reducir la percepción de la cantidad de ruido que los individuos realmente escuchan (Miller, 1988). En última instancia, la efectividad de la vegetación para controlar ruidos está determinada por el sonido mismo, la configuración de la plantación considerada y las condiciones climáticas.

5.3.6. Beneficios económicos de ambientes deseables

La presencia de árboles y bosques urbanos puede hacer del ambiente urbano un lugar más placentero para vivir, trabajar y utilizar el tiempo libre. Los bosques urbanos facilitan el uso del tiempo en exteriores (al aire libre) y dan oportunidades de recreación. Debido a que los árboles y bosques pueden incrementar la calidad del medio urbano y hacer más atractivo el tiempo libre empleado ahí, puede haber un ahorro substancial en la cantidad de combustible vehicular usado, porque la gente no necesita manejar tan lejos para llegar a sitios de recreación. Pero también hay costos económicos directos asociados a los árboles urbanos; que incluyen

costos de plantación, mantenimiento, manejo y remoción, así como costos por daños de ramas grandes que caen y banquetas quebradas por las raíces de los árboles.

5.3.7. Salud mental y física

La disminución de la presión (estrés) y el mejoramiento de la salud física de los residentes urbanos ha estado asociada con la presencia de vegetación urbana en buen estado. Los estudios han mostrado que los paisajes con árboles y otra vegetación, producen estados fisiológicos más distendidos en los humanos que los paisajes que carecen de estas características naturales. Ha sido demostrado comparativamente que los pacientes de hospital con vistas de árboles desde las ventanas, se recuperan significativamente más rápido y con pocas complicaciones que los pacientes sin esas vistas (Ulrich, 1984).

Los ambientes de bosques urbanos proveen entornos estéticos, aumentan la satisfacción de la vida diaria y dan mayor sentido, de relación significativa, entre la gente y el medio natural. Los árboles están entre las características más importantes al contribuir a la calidad estética de calles residenciales y parques comunitarios (Schroeder, 1989). Las percepciones de calidad estética y seguridad personal están relacionadas a las características del bosque urbano, tales como el número de árboles por kilómetro cuadrado y distancia visual (Schroeder y Anderson, 1984). Los árboles y bosques urbanos, proveen experiencias emocionales y espirituales significativas que son extremadamente importantes en la vida de la gente y pueden conducir a un fuerte arraigo a lugares particulares y a los árboles (Chenoweth y Gobster, 1990; Dwyer et al., 1991; Schroeder, 1991).

Aun cuando sea vista desde la ventana de una oficina, la naturaleza cercana puede proporcionar beneficios psicológicos substanciales, afectando la satisfacción del trabajo y el bienestar (Kaplan, 1993). Ha sido demostrado que las experiencias en los parques urbanos ayudan a cambiar estados de ánimo y a reducir la presión (Hull, 1992). Adicionalmente, la sombra de los árboles reduce la radiación ultravioleta y de esa manera puede ayudar a reducir problemas de salud (v.g., cataratas, cáncer de piel) asociados con el incremento en la exposición a la radiación ultravioleta (Heisler et al., 1995). Aunados a los beneficios, algún decremento en el bienestar e incrementos en costos de cuidados de la salud, pueden estar asociados con la vegetación urbana. Este lado negativo de los árboles urbanos puede estar relacionado con reacciones alérgicas a las plantas y al polen o también a animales e insectos, así como el miedo a los árboles, bosques y ambientes asociados.

5.3.8. Valores de la propiedad

El valor de ventas de las propiedades refleja el beneficio que los compradores asignan a los atributos de las mismas, incluyendo la vegetación en o cerca de la propiedad. Una encuesta sobre venta de casas unifamiliares en Atlanta, Georgia, indicó que el arreglo de casas con árboles está asociado con un aumento de 3.5 a 4.5% del valor de venta (Anderson y Cordell, 1988). Los constructores han estimado que los hogares con lotes arbolados se venden un promedio de 7% más caro, que aquellas casas equivalentes sin arbolado (Selia y Anderson, 1982; 1984). El incremento del valor de las propiedades generado por los árboles, también produce ganancias económicas para la comunidad local a través de impuestos prediales. Los parques y corredores verdes han estado asociados con el incremento en el valor de las propiedades residenciales que están cercanas (Corrill et al., 1978; More et al., 1988). Algunos de estos valores incrementados han sido

substanciales y parece que los parques con "carácter de espacio abierto" agregan el más alto valor a las propiedades cercanas. Potencialmente —sin embargo, está para ser investigado— los parques pueden tener un impacto negativo en los valores de la propiedad local, si el parque es percibido sin mantenimiento, o en un lugar que concentra actividades criminales indeseables. Los centros comerciales también a menudo arreglan sus entornos en un esfuerzo por atraer compradores, y en consecuencia, incrementan el valor de los negocios y del centro comercial (Dwyer et al., 1992). Sin embargo, un arreglo impropio de las áreas de negocios puede bloquear sus señales y tener un impacto negativo.

5.3.9. Desarrollo económico local

Los bosques urbanos hacen amplias contribuciones a la vitalidad económica de una ciudad, vecindario o subdivisión (fraccionamiento). Aunque esto es difícil de cuantificar. Los árboles pueden dominar el ambiente de la ciudad y contribuir significativamente al carácter de la misma. Los programas de acción comunitaria que empiezan con árboles y bosques, a menudo se expanden a otros aspectos de la comunidad y resultan, en un desarrollo económico substancial. Con frecuencia, los árboles y bosques en las tierras públicas y, en alguna medida, en las tierras privadas, también son recursos significativos de "propiedad común" que contribuyen a la vitalidad económica de una área entera (Dwyer et al., 1992). Los esfuerzos substanciales que muchas comunidades hacen para desarrollar y aplicar ordenanzas locales sobre árboles y manejar su recurso forestal urbano, dan prueba de los ingresos substanciales que esperan de estas inversiones. Sin embargo, los críticos de quienes hacen esfuerzos para plantar árboles, sostienen que los árboles son una amenidad y que los fondos para su

plantación podrían ser mejor utilizados para proyectos con un mayor impacto económico directo.

5.3.10. De la sociedad

Un fuerte sentido comunitario y de poder legal de los residentes del interior de la ciudad, para mejorar las condiciones del vecindario y promover la responsabilidad y ética ambiental, puede ser atribuido a su participación en los esfuerzos de forestería urbana. La participación activa en los programas de plantación de árboles, ha demostrado que enriquece el sentido comunitario de identidad social, autoestima y territorialidad; y ello enseña a los residentes que pueden trabajar juntos para escoger y controlar la condición de su ambiente. Los programas comunitarios de plantación de árboles pueden ayudar a aliviar algunas de las dificultades de vivir dentro de la ciudad, especialmente para los grupos de bajos ingresos (Dwyer et al., 1992). Sin embargo, también es posible que los esfuerzos de plantación de árboles puedan ser percibidos como un uso inapropiado de recursos cuando existen severos problemas sociales en el área, porque la percepción es que los fondos para plantación de árboles podrían haber sido usados para problemas más críticos.

CONCLUSIONES

- ✓ Existe un déficit no menor al 50% de la normativa de áreas verdes habilitadas, que equivale a 76ha, en el distrito de Comas, cuya extensión es de 48.72 km² como consecuencia de la habilitación urbana.
- ✓ Como consecuencia el déficit es de 7.86m²/habitante ya que su población es de 486 977 habitantes.

- ✓ Más del 80% de la población comeña considera que la gestión de las áreas verdes de su distrito está en relación con la calidad del mismo.
- ✓ Al menos 40% de la población comeña considera que las áreas verdes son importantes porque contribuyen a controlar la contaminación del distrito.
- ✓ Más del 60% de la población comeña considera que no existe suficientes áreas verdes en su distrito.
- ✓ Más del 25% de la población comeña manifiesta que visita áreas verdes en otros distritos por que el mantenimiento es mejor.
- ✓ No menos del 60% de la población comeña preferiría vivir a menos de dos cuadras de un área verde recreativa.
- ✓ Más del 50% de la población comeña manifiesta que el mantenimiento que reciben las áreas verdes del distrito es regular, hasta un 17% que es bueno, un 19.4% que es malo.

RECOMENDACIONES

Las áreas verdes urbanas son un enfoque comprehensivo y parte indispensable de cualquier estrategia ambiental para el desarrollo sostenible de las ciudades, que busca el mejoramiento de la calidad de vida de la población. El establecimiento de áreas verdes urbanas requiere de una amplia planeación con la meta de lograr beneficios ambientales y sociales para los habitantes urbanos. Como consecuencia, el establecimiento de las áreas verdes urbanas implica actividades y enfoques interdisciplinarios.

- ✓ Identificar los beneficios de las áreas verdes urbanas buscados por cualquier programa de investigación o desarrollo bajo las condiciones biofísicas y socioeconómicas establecidas.
- ✓ Realizar una adecuada planeación de los espacios verdes tales como el uso efectivo de zonificaciones y códigos municipales, formulación de proyectos, monitoreos y evaluaciones, y la conducción de medidas sociales.
- ✓ Selección de material vegetal adaptado a condiciones de crecimiento urbano, resistente a plagas y enfermedades y que preserve y mejore la diversidad genética.
- ✓ Considerar con cuidado los aspectos tecnológicos de las áreas verdes urbanas como la selección de plantas perennes y anuales, eficiencia de costos, viveros y calidad de plantas, mantenimiento y protección de plantas, riego y drenaje, inventarios técnicos.
- ✓ Entrenamiento de la mano de obra. Los métodos orientados ambientalmente demandan mayor conocimiento de las relaciones ecológicas y fisiológicas.
- ✓ El siguiente paso para un exitoso programa de Enverdecimiento urbano enfatizará la participación pública, así como el papel de las organizaciones de vecinos y de voluntarios individuales, la participación de las ONG's en proyectos de enverdecimiento urbano y su ejecución destinada a tópicos específicos tales como las necesidades de los pobres de las ciudades, aspectos de género y las dimensiones culturales y espirituales.
- ✓ La planeación de nuevas instalaciones debe estar basada en la condición de que será posible cuidarlas de manera sostenible.

Desarrollar la capacidad de comprensión, si vamos a dar a los árboles el suficiente espacio en el medio urbano.

El tema más importante y determinante en la ejecución de cualquier proyecto puede ser el de aspectos financieros y económicos de las áreas verdes urbanas; fuentes de financiamiento gubernamental, no gubernamental y no monetarias deberán ser tomadas en cuenta para realizar un proyecto exitoso. Finalmente, el proceso íntegro de reverdecimiento urbano tiene que ser conducido dentro de un marco legal, institucional y operacional (IDB, 1997).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Akbari, H., Davis, S., Dorsano, S., Huang, J., & Winnett, S. (1992). *Cooling our communities: A guidebook on tree planting and light-colored surfacing*. U.S.E.P.A., Washington, DC. 217 p.
2. Akbari, H., Huang, J., Martien, P., Rainier, L., Rosenfeld, A., & Taha, H. (1988). *The impact of summer heat islands on cooling energy consumption and CO2 emissions*. Proc. Summer Study in Energy Efficiency in Buildings. American Council for an Energy -Efficient Economy, Washington DC.
3. Alcalá, J., Sosa, M., Moreno, M., Ortega, J., Quintana, C., & Holguin, C. (2008). Especies arbóreas evaluadas como bioacumuladoras de azufre en. La ciudad de chihuahua, México. *Ecología Aplicada*, 7(1-2), 17-21.
4. Aldama, A., Chacalo, A., Grabinsky, J. & Vázquez, H. (2002). Amenazas al arbolado y a las áreas verdes urbanas. Caso de estudio: Ciudad de México. *Arbórea* 7(21), 4-10.
5. Alfeld, L. (1995). *System Dynamics Review* 11 (3), 199-217.
6. Anaya, M. (2001). Las Áreas Verdes en el Contexto Urbano. Estudio de Caso: Ciudad de Guadalajara. Tesis para Obtener el Grado de

Maestro en Ciencias en Medio Ambiente y Desarrollo Integrado.
México. D.F.

7. Anderson, L. & Cordell, H. (1988) Influence of trees on residential property values in Athens, Georgia (USA): A survey based on actual sales prices. *Lands. Urban Plann.* 15:153-164.
8. Aránguez, E. Ordóñez, J., Serrano, J., Aragonés, N., Fernández-Patier, R., Gandarillas, A. & Galán, I. (1999). Contaminantes Atmosféricos y Su Vigilancia. *Rev Esp Salud Pública*, 73(2).
9. Árboles y Arbustos Ornamentales de la Ciudad de Almeira. Francisco Leal Martínez.
10. Aylor, D. (1972). Noise reduction by vegetation and ground. *J. Acoust. Soc. Amer.* 51(1), 197-205.
11. Belmar, R. (1993). Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud de las personas. En: Sandoval, Préndez y Ulriksen (Eds.), *Contaminación atmosférica de Santiago: Estado actual y soluciones* (pp.187-212). Santiago de Chile.
12. Bernal, C. (2006). *Metodología de la Investigación para la Administración, Economía, Humanidades y Ciencias Sociales*. Segunda Ed. México.
13. Brasseur, G. & Chatfield, R. (1991). The fate of biogenic trace gases in the atmosphere. In: Sharkey TD, Holland EA, Mooney HA, eds. *Trace Gas Emissions by Plants*. pp. 1-27. Academic Press, New York.
14. Cabrera C., Maldonado, M., Arévalo, W., Pacheco, R., Giraldo, A. & Loayza, S. (2002). Relaciones entre calidad ambiental y calidad de vida en Lima Metropolitana. *Rev. Inst. Investig. Fac. Minas Metal Cienc. Geogr*, 5(9), 48-53.
15. Cabrera, C. (2010) *Tesis doctoral Cabrera, C. Análisis del ciclo de vida de productos de la industria de harina y aceite de pescado*. TESIS para optar el Grado Académico de Doctor en Ingeniería. Universidad Alas Peruanas.

16. Cardelino, C. & Chameides, W. (1990). Natural hydrocarbons, urbanization, and urban ozone. *J. Geophys. Res.* 95(D9): 13,971-13,979.
17. Cegarra, J. (2004). *Metodología de la Investigación Científica y Tecnológica*. Madrid.
18. Cook DI, Van Haverbeke DF (1971) Trees and shrubs for noise abatement. *Res. Bull. 246. Nebr. Agri. Expt. Stat. Lincoln.* 77 p.
19. Cook, D. & Van Haverbeke, D. (1971). Trees and shrubs for noise abatement. *Res. Bull. 246. Nebr. Agri. Expt. Stat. Lincoln,* 77.
20. Cook, D. (1978). Trees, solid barriers, and combinations: Alternatives for noise control. En: Hopkins, G. (Ed.) *Proceedings of the National Urban Forestry Conference* (pp. 330-339). ESF Publication 80-003, Syracuse, New York, USA.
21. Cook, D. (1978). Trees, solid barriers, and combinations: Alternatives for noise control. In: Hopkins G (ed.) *Proceedings of the National Urban Forestry Conference*. pp. 330-339.
22. Corrill, M. Lillydahl, J. & Single, L. (1978). The effects of greenbelts on residential property values: some findings on the political economy of open space. *Land Econ.* 54, 207-217.
23. Corvalán, R. (1998). Ciencia al Día. Vol. 1, No. 1. <http://www.ciencia.cl/CienciaAlDia/volumen1/numero1/articulos/articulo5.html>
24. De la Maza C., Rodríguez, M., Hernández, J., Serra, M., Gutiérrez, P., Escobedo, F., Nowak, D., Prendez, M., Araya, J. & Varnero, M. (2005). Silvicultura urbana: Vegetación urbana como factor de descontaminación. *Chile Forestal* 313, 46-49.
25. Dwyer, J., McPherson, E., Schroeder, H., & Rowntree, R. (1992). Assessing the benefits and costs of the urban forest. *J. Arboric.* 18(5), 227-234.
26. Dwyer, J., McPherson, E., Schroeder, H., & Rowntree, R. (1992). Assessing the benefits and costs of the urban forest. *J. Arboric.* 18(5), 227-234.

27. Dwyer, M, & Miller, R. (1999). Using GIS to assess urban tree canopy benefits and surrounding greenspace distributions. *Journal of Arboriculture* 25 (2), 102-107.
28. Escobedo, F. & Chacalo, A. (2008). Estimación preliminar de la descontaminación atmosférica por la vegetación urbana de la ciudad de México. *INCI*, 33 (1), 29-32.
29. Escobedo, F. (2004). A cost-effective analysis of urban forest management's role in improving air quality in Santiago, Chile. Tesis. SUNY. Syracuse, NY, EEUU. 296 pp.
30. Escobedo, F., Nowak, D., Wagner, J., De La Maza, C., Rodríguez, M., Crane, D. & Hernández, J. (2006). The socioeconomics and management of Santiago de Chile's public urban forests. *Urban Forestry & Urban Greening*, 4, 105-114.
31. Escobedo, F., Wagner, J., Nowak, D., De La Maza, C., Rodriguez, M. & Crane, D. (2008). Analyzing the cost effectiveness of Santiago, Chile's policy of using urban forests to improve air quality. *Journal of Environmental Management*. 86: 148-157.
32. García, C., & Paz, M. (2008). *Árboles de Lima*. PTYX (Eds.) SAC. Lima, Perú.
33. Garetto, T. & Apesteguía C. Combustión Catalítica de Compuestos Orgánicos Volátiles: Combustión de hidrocarburos. Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica (INCAPE) FIQ-UNL-CONICET Santiago del Estero 2654.3000 Santa Fe. ARGENTINA. www.estrucplan.com.ar
34. Garzón, B., Brañes N., Abella, M., & Auad, A. (2004). Vegetación urbana y hábitat popular: el caso de San Miguel de Tucumán. *Boletín del Instituto de la Vivienda Universidad de Chile* 49(18), 21-42.
35. Guenther A, Zimmerman P, and Wildermuth M (1994) Natural volatile organic compound emission rate estimates for U.S. woodland landscapes. *Atmos. Environ.* 28(6),1197-1210.
36. Heisler, G. (1986). Energy savings with trees. *J. Arboric.* 12(5), 113-125.

37. Heisler, G., Grant, R., Grimmond, S., & Souch, C. (1995). Urban forests cooling our communities? En: Kollin, C. & Barratt, M. (Eds.). *Proc 7th National Urban Forest Conference*, (pp. 31-34). American Forests, Washington, DC.
38. Heisler, G., Grant, R., Grimmond, S., & Souch, C. (1995). Urban forests cooling our communities? In: Kollin C and Barratt M eds, *Proc 7th National Urban Forest Conference*, pp. 31-34. American Forests, Washington, DC.
39. Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2010). *Metodología de la Investigación*. Quinta Ed. Chile.
40. Holden, M. (2006). Urban indicators and the integrative ideals cities. *Cities*. 23, 170–183.
41. <http://www.bre.umd.edu/aees2003/abstracts.html> 06/02/07; 04:33 p.m.
42. <http://www.inei.gob.pe/> 22/03/2010
43. <http://www.municomas.gob.pe/sccs/basicos/distrito/zonales/zonales.php> 22/03/10
44. Hull, R. (1992). Brief encounters with urban forests produce moods that matter. *J. Arboric.* 18(6), 322-324.
45. INEI 2007. POBLACIÓN TOTAL, POR ÁREA URBANA Y RURAL, Y SEXO, SEGÚN DEPARTAMENTO, PROVINCIA, DISTRITO Y EDADES SIMPLES.
46. Javier, F., Esbert, R., Ordaz, J., & Vázquez, P. (2006). Análisis del deterioro en los materiales pétreos de edificación. RECOPAR, 3. Revista electrónica.
47. Johnson, C., Barker, F., & Johnson, W. (1990) *Urban and Community Forestry*. USDA Forest Service, Ogden UT.
48. Kaplan, R. (1993). Urban forestry and the workplace. In: Gobster PH (ed.) 1993. Managing urban and high use recreation settings. pp. 41-45. Selected papers from the Urban Forestry and Ethnic Minorities and the Environment Paper Sessions at the 4th North American Symposium on Society and Resource Management. USDA Forest

- Service, North Central Forest Experiment Station. General Technical Report NC-163. St. Paul MN.
49. Kramer, P. & Kozlowski, T. (1979). *Physiology of Woody Plants*. Academic Press. New York. 811 p.
 50. Krishnamurthy L. y J. Rente Nascimento, (Eds.). (1997). *Áreas Verdes Urbanas en Latinoamérica y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo. Impreso en México.
 51. Kunzli, N., Medina, S., Kaiser, R., Quenel, P., Horak, F., and Studnicka, M. (2001). Assessment of Deaths Attributable to Air Pollution: Should We Use Risk Estimates based on Time Series or Cohort Studies?" *American Journal of Epidemiology*, 153, 1050-1055.
 52. Iglesias, S. & Gonzales, M. (2001). Situación de la contaminación atmosférica en Lima metropolitana y Callao. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*. 4 (7).
 53. Li, F., Wang, R., Paulussen, J., & Liu, X. (2005). Comprehensive Concept planning of urban greening based on ecological principles: a case study in Beijing, China. *Landscape and urban planning* 72, 325-336.
 54. Londoño, L., Cifuentes, R., & Blanch, J. (2007). Modelización de problemas ambientales en entornos urbanos utilizando sistemas de información geográfica y métodos multivariantes. *Revista Internacional de Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*. 2, 21-51.
 55. López, I., Sepúlveda, H., & Valdés, I. (1997). Afecciones Respiratorias Agudas Durante los Primeros 18 Meses de Vida. *Rev. Panam. Salud Pública* 1(1), 9-17.
 56. López, S. (2008). Tesis para obtener el Grado de Maestra en Ciencias en la Especialidad de Ecología Humana. Mérida. Yucatán. Arbolado Urbano en Mérida, Yucatán y su relación con aspectos socioeconómicos, culturales y de la estructura urbana de la ciudad.
 57. López-Moreno, I., & Díaz-Betancourt, M. (1991). Los árboles de las calles de la ciudad de México. En: López-Moreno, I. (Ed.). *La*

- vegetación urbana de la zona metropolitana de la ciudad de México* (pp14-71). UAM-Azcapotzalco; MAB-UNESCO, INE A.C. México.
58. McPherson, E. (1999). Reducing Air Pollution through Urban Forestry. From *the Proceedings of the 48th Annual Meeting of the California Forest Pest Council*, Sacramento, CA.
 59. McPherson, E., & Dougherty, E. (1989). Selecting trees for shade in the Southwest. *J. Arboric.* 15, 35-43.
 60. Miller, R. (1988). *Urban Forestry: Planning and Managing Urban Greenspaces*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
 61. Miranda, J. (2006). *Impacto económico en la salud por contaminación del aire en lima metropolitana*. Instituto de Estudios Peruanos Setiembre. ACDI – IDRC (CIES) y (IEP).
 62. More TA, Stevens T, and Allen PG (1988) Valuation of urban parks. *Landscape and Urban Plan.* 15, 139-152.
 63. Municipalidad Distrital de Comas (2003) *Plan de Desarrollo Urbano Participativo Comas al 2010, Boletín Informativo*.
 64. Myrup, L., McGinn, C., & Flocchini, R. (1991). An analysis of microclimate variation in a suburban environment. En: *Seventh Conference of Applied Climatology* (pp. 172-179). American Meteorological Society, Boston, M.A.
 65. Nascimento, J., Krishnamurthy, L., & Juhani Keipi, K. (1997). Áreas verdes urbanas en América Latina: Una Introducción. En: Krishnamurthy, L., & Nascimento, J. (Eds.). *Áreas verdes urbanas en Latinoamérica y el Caribe* (pp-1-13). Banco Interamericano de Desarrollo. México.
 66. Neckel, A., Pandolfo, A., Rojas, J., Fanton, G., Salles, M., Pandolfo, L., & Kurek, J. (2009). Recuperación Ambiental de un Área Verde Urbana. *Rev. Cienc. Tecnol.* 11(11).
 67. Nowak, D. (1994a). Atmospheric carbon dioxide reduction by Chicago's urban forest. In: McPherson, E., Nowak, D., & Rowntree, R. (Eds.). *Chicago's Urban Forest Ecosystem: Results of the Chicago*

- Urban Forest Climate Project*. (pp. 83-94). USDA Forest Service General Technical Report NE-186. Radnor, PA.
68. Nowak, D., Crane, D. & Stevens, J. (2006). Air pollution removal by urban trees in the United States. *Urban Forestry and urban Greening*, 4, 115-123.
 69. Nowak, D., Dwyer, J., & Childs, G. (1997). Los beneficios y costos del enverdecimiento urbano. En: Krishnamurthy L. & Nascimento, J. (Eds.). *Áreas Verdes Urbanas en Latinoamérica y el Caribe* (pp.17-38). Banco Interamericano de Desarrollo. Impreso en México Áreas Verdes Urbanas en Latinoamérica y el Caribe.
 70. Núñez, D. & Valdivia, H. (2006) *Metodología para el Acondicionamiento Ambiental Local y su Aplicación en el Distrito de Comas*. Para optar el título profesional de Ingeniero Geógrafo AUTORES Lima-Perú. 2006.
 71. O’Ryan, R. & Larraguibel, L. (2000). Contaminación del Aire en Santiago: Estado Actual y Soluciones. *Revista Perspectivas en Política, Economía y Gestión*, 4(1).
 72. OMS (2006) *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre* Actualización mundial 2005. WHO/SDE/PHE/OEH/06.02. Ginebra, Suiza.
 73. Ostro B., Sánchez J., Aranda C., & Eskeland G. (1996). Air pollution and mortality. Results from study from Santiago Chile. *J Expo Anal Environ Epidemiol*, 6, 97-114.
 74. Ostro, B., Eskeland, G., Sánchez, J., & Feysioglu, T. (1999). Air Pollution and Health Effects: A Study of Medical Visits Among Children in Santiago, Chile. *Env Health Perspec* 107(1), 69-73.
 75. Páginas Web
 76. Pope, C., Burnett, R., Thun, M., Calle, E., Krewski, D., Ito, K., et al. (2002). Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *JAMA* 287, 1132–1141.

77. Reátegui, R., & Cabrera, C. (2007). Indicadores para Elaborar Proyectos Ambientales y Estudios de Impacto Ambiental. Ed. Eduardo Espinoza Ramos. 378p.
78. Reethof, G. & McDaniel, O. (1978). Acoustics and the urban forest. In: Hopkins G (ed.) *Proceedings of the National Urban Forestry Conference*. pp. 321-329. USDA Forest Service, State University of New York College of Environmental Science and Forestry, Syracuse, NY.
79. Reethof, G., & McDaniel, O. (1978). Acoustics and the urban forest. In: Hopkins, G. (Ed.) *Proceedings of the National Urban Forestry Conference* (pp. 321-329). USDA Forest Service, State University of New York College of Environmental Science and Forestry, Syracuse, NY.
80. Robinette, G. (1972). *Plants/People/ and Environmental Quality*. USDI National Park Service, Washington, DC. 140 p.
81. Rolfe, G. (1974). Lead distribution in tree rings. *For. Sci.* 20(3): 283-286.
82. Romero, H., Toledo, X., Órdenes, F., & Vásquez, A. (2001). Ecología urbana y gestión ambiental sustentable de las ciudades intermedias chilenas. *Ambiente y Desarrollo* 4, 45-51.
83. Salinas, M., & Vega, J. (1995). El Efecto de la Contaminación Atmosférica Externa en la Mortalidad: Un Estudio Ecológico Sobre Santiago, Chile. *World Health Stat Q* 48(2), 118-25.
84. Sánchez de Rojas, M.I., García, N., Frías, M., Muñoz, A.L., Rivera, J., & Azorín, V. (2002). Alteraciones cromáticas en calizas por efecto de la contaminación ambiental. Actas del I Congreso del GEIIC. Conservación del Patrimonio: evolución y nuevas perspectivas. CENIM. Madrid. España.
85. Sanders, R. (1986). Urban vegetation impacts on the urban hydrology of Dayton Ohio. *Urban Ecol.* 9, 361-376.
86. Sanhueza, P., Vargas, C., & Jiménez, J. (1999). Mortalidad Diaria en Santiago y su Relación con la Contaminación Atmosférica. *Rev. Méd. Chil.* 127(2), 235-42.

87. Schroeder, H. & Anderson, L. (1984). Perception of personal safety in urban recreation sites. *J. Leis. Res.* 16,178-194.
88. Schroeder, H. (1989). Environment, behavior, and design research on urban forests. In: Zube EH and Moore GL, eds. *Advances in Environment, Behavior, and Design*. pp. 87-107. Plenum, New York.
89. Schroeder, H. (1991). Preference and meaning of arboretum landscapes: combining quantitative and qualitative data. *J. Env. Psych.* 11, 231-248.
90. Schwela, D, & Köth-Jahr, I., (1994). Leitfaden für die Aufstellung von Luftreinhalteplänen, Landesumweltamt des Landes Nordrhein-Westfalen (Düsseldorf).
91. Selia, A. & Anderson, L. (1982). Estimating costs of tree preservation on residential lots. *J Arboric.* 8:182-185.
92. Selia, A. & Anderson, L. (1984). Estimating tree preservation costs on urban residential lots in metropolitan Atlanta. *Georgia For. Res. Pap.* No. 48. 6 p.
93. Sharma, A. (2007). Assessing, predicting and managing current and future climate variability and extreme events, and implications for sustainable development. UNFCCC workshop on climate related risks and extreme events under the Nairobi work programme on impacts, vulnerability and adaptation. Cairo, Egypt. 30 p.
94. Shaw, W., Magnum, W., & Lyons, J. (1985) Residential enjoyment of wildlife resources by Americans. *Leis. Sci.* 7, 361-375.
95. Smith, W. (1990) *Air Pollution and Forests*. Springer-Verlag, New York. 618 p.
96. Sommer, R., Learey, F., Summit, J., & Tirell, M. (1994) Social benefits of resident involvement in tree planting: Comparisons with developer-planted trees. *J. Arboric.* 20(6), 323-328.
97. Souch, C. & Souch, C. (1993). The effect of trees on summertime below canopy urban climates: a case study, Bloomington, Indiana. *J. Arboric.* 19(5), 303-312.

98. Spiegel, J., & Maystre, L. (2011). Control y prevención de la contaminación ambiental. En: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo.
99. Tingey DT, Turner DP and Weber JA (1991) Factors controlling the emissions of monoterpenes and other volatile organic compounds. In: Sharkey TD, Holland EA, Mooney HA, eds. Trace Gas Emissions by Plants. pp. 93-119. Academic Press, New York.
100. Ulrich, R. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *Science*. 224, 420-421.
101. Ulrich, R. (1986). Human Responses to Vegetation and Landscapes. *Landsc. Urban Plann.* 13, 29-44.
102. Valdivia, F. & Ato, D. (2004). Evaluación del Riesgo Ambiental de Tipo Físico Natural y su Relación con el Planeamiento Urbano Caso: Distrito de Comas. *Revista del Instituto de Investigación FIGMMG* 7(13), 45-57.
103. Valdivia, F. & Ato, D. (2006). Metodología para el acondicionamiento ambiental local y su aplicación en el distrito de Comas. *Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG* 9(17), 107-122.
104. Van Herzele, A., & Wiedemann, T. 2003. A monitoring tool for the provision of accessible and attractive urban green spaces. *Landscape and urban planning* 63, 109-126.
105. Vázquez, A., & Romero, H. (2007). El libre mercado de las áreas urbanas y la falta de justicia ambiental en la disponibilidad de las áreas verdes en Santiago de Chile. En: *IX Coloquio Internacional de Geocrítica: Los problemas del mundo actual. Soluciones y alternativas desde la geografía y las ciencias sociales*. Porto Alegre. Universidad Federal do Rio Grande do Sul. <http://www.ub.es/geocrit/9porto/hromero.htm>. Revisado: 04/05/2010.
106. Vázquez-Yanes, C., Batis, A., Alcocer, M., Gual, M. & Sánchez, C. (1999) *Árboles y Arbustos Nativos Potencialmente Valiosos para la Restauración Ecológica y la Reforestación*. Reporte técnico del

proyecto J084. CONABIO. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F., México.

107. Ware, G. (1994) Ecological basis for selecting urban trees. *J. Arboric.* 20(2), 98-103.
108. Wolverton, B. (2003). *Ecological Engineering: Integrating Natural Processes with Conventional Technologies To Clean the Environment*.
109. Zamudio, C. (2001). Análisis del Comportamiento del arbolado urbano público durante el período de 1995 a 1999 en la ciudad de Linares, N.L. Tesis de Maestría, Fac. de Ciencias Forestales, UANL, Linares, Nuevo León.
110. Ziegler, I. (1973). The effect of air-polluting gases on plant metabolism. In: *Environmental Quality and Safety*, Volume 2. pp. 182-208. Academic Press, New York.

ANEXOS